TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 116 - Janeiro - 1941

"LUSALITE"

fibro-cimento nacional

EM

INCOMBUSTÍVEL
LEVE
RESISTENTE
ISOLADOR
IMPUTRESCÍVEL

Tubos para pressões hidráulicas de 3 a 12 K.os/cm.2
Chapas onduladas para coberturas
Chapas lisas para revestimento de tetos, tabiques, etc.
Produtos da Sociedade Portuguesa de Fibro-cimento

ÚNICOS CONCESSIONÁRIOS:

CORPORAÇÃO MERCANTIL PORTUGUESA, L.DA

Rua de S. Nicolau, 123

Telefones: 2 2091 — 2 2092 — 2 2093 — **LISBOA** — Telegramas: **Lusalite**

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

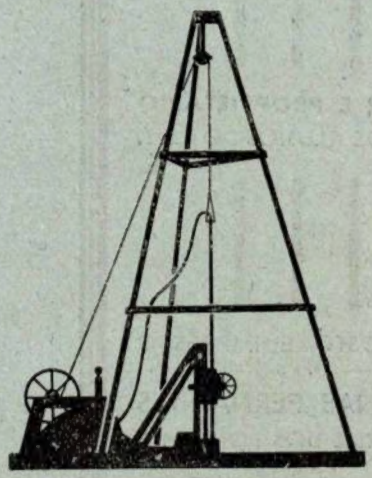
Agentes em todo o País

Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas
Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico
Consolidação e impermeabilização de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, emulsão betuminosa Shellperm, etc.
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo
Rebocos comprimidos por «cement gun»
Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da água friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no paiz e no estrangeiro



Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2.º--LISBOA Tel. 2 8685

NÚMERO
116
Janeiro — 1941

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N. / TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
CARLOS KRUS ABECASIS
ADMINISTRADOR
NUNO ABRANTES
BIBLIOTECÁRIO
LUIS DE ALMEIDA ALVES
CORPO REDACTORIAL
Vasco Mendes de Sousa
José Faria da Fonseca Santos
Militão Rosa Pereira
Silvério da Silva

NÚMERO AVULSO 5$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	12$00	23$00	44$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	30$00	55$00
Estrangeiro...	—	40$00	70$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ALUNOS DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

Capa — PAÚL DA SELA

		Pag.
Dr. Alfredo Bensaúde	Prof. Herculano de Carvalho (Director do I. S. T.) . . .	121
O professor Dr. A. Cardoso Pereira	Prof. Charles Lepierre . . .	123
Ensinar	Eng. (I. S. T.) António Marques da Paixão	124
O laboratório de investigação na engenharia moderna . . .	Eng. Civil (U. P.) D. M. Vieira Barbosa	125
Algumas considerações sôbre a moderna orientação do Ensino da Hidráulica	Eng. Civil (I. S. T.) Alberto Abecasis Manzanares . . .	139
Considerações àcêrca dos mecanismos da hidrólise da Sacarose e do Acetato de Metilo	Dr. Artur de Sousa	149
Vantagens dos isolamentos nos edifícios	Eng. Visconde de Almeida Garrett (U. P.)	153
A racionalização da lubrificação	Militão Rosa Pereira	158
Principais causas responsáveis pelos defeitos de fundição . .	Francisco de Almeida e Castro	163
Do Mundo Técnico	. . . . .	165
Publicações recebidas	. . . . .	167

— Uma —
Impermeabilização
perfeita
obtem-se com

SIKA

nas construções urbanas, industriais
e obras hidráulicas

SUPRIME HUMIDADES
EVITA INFILTRAÇÕES

FABRICANTES:
KASPAR WINKLER & C.º
Zürich — Altstetten (Suissa)

AGENTE-DEPOSITÁRIO EM PORTUGAL:
CARLOS ABREU BAPTISTA
Rua da Emenda, 111, 1.º—LISBOA
Telefone 26902

EMULSÕES

de asfalto para estradas

Todos os tipos e percentagens

TELEFONE 20879
Telegramas: Epalda—LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

Rádio Telefones Cabos

Standard Electrica

FORNECEDORA DO GOVÊRNO PORTUGUÊS

APARELHOS DE MEDIDA WESTON

RECTIFICADORES DE SILÉNIO

Praça dos Restauradores 47, 1.º
LISBOA
Telef. P. B. X. 25890 e 26165

União Eléctrica Portuguesa

S. A. R. L.

Rua Duque de Loulé, 240

PORTO

Telef. 2 830 P. B. X. e 90 Est.

CAPITAL { Acções . . . **40.000 contos**
Obrigações . . . **25.000 contos**

ELECTRICIDADE DO LINDOSO

FORÇA { instalada { hidráulica . **40.000** CV
térmica (reserva) **22.000** CV
já contratada . . . . . **30.000** CV
disponível . . . . . **10.000** CV

A **União Eléctrica Portuguesa** distribui e vende electricidade nos **distritos** de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU e de LEIRIA, pela mais extensa rêde de alta-tensão em Portugal (mais de 1.000 kms), levando fôrça motriz às FÁBRICAS e luz a CIDADES, VILAS, ALDEIAS e LOGARES

A **U. E. P.** facilita a electrificação de Fábricas e oferece as maiores vantagens nas suas tarifas

Consultar a U. E. P. e consumir a energia do Lindoso é proveitoso negócio

C I M E N T O

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMERCIO, 56, 3.º
LISBOA

Tabelas para o Cálculo do Betão Armado

PELO ENGENHEIRO FERNANDO VASCO COSTA

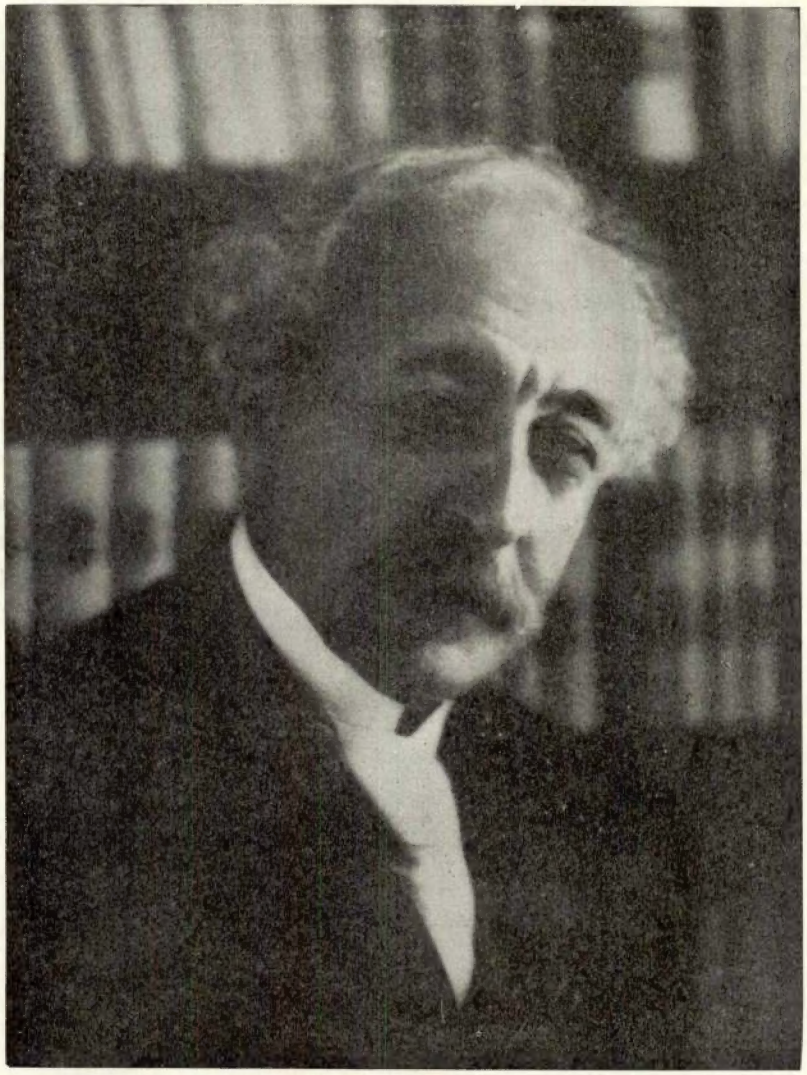
A' venda na Redacção da "Técnica"

TÉCNICA
CARLOS KRUS ABECASIS
DIRECTOR

ANO XVI - N.º 116 JANEIRO 1941

DR. ALFREDO BENSAÚDE

PELO PROF. HERCULANO DE CARVALHO
DIRECTOR DO I. S. T.



Com a morte do Dr. Alfredo Bensaúde perde o País um alto espírito, um pedagogo activo, cuja obra reformadora se nos apresenta hoje ainda mais vasta e salutar, e um devotado patriota no sentido mais elevado e útil da expressão.

Fundador do Técnico que, mercê da clarividência de Brito Camacho, êle poude vasar com tôda a liberdade nos moldes que desejava, êsse título bastaria para tornar inesquecível a sua memória. Mas o Dr. Bensaúde não foi apenas o impulsionador duma ideia: prevendo de antemão os obstáculos a vencer, os desgostos e desilusões que teria pelo caminho, trocou a tranqüilidade da sua vida de puro intelectual pela de homem de acção e quis acompanhar a nova Escola, dirigindo-a e defen-

dendo-a para que pudessem vingar as directrizes fundamentais que lhe marcara. Muito devem a esta figura ilustre a ciência, a pedagogia e, em especial, a engenharia portuguesa. É agora evidente a repercussão da sua obra na melhoria da economia nacional; mercê da orientação que imprimiu ao ensino e da acção dos colaboradores que soube escolher, novas especialidades de engenharia se criaram em Portugal e um espírito novo de «amor pela acção» se criou e se mantém.

Por tudo isto cumpre-nos o dever, a nós professores e engenheiros, de dar o devido realce à Vida e obra do Dr. Alfredo Bensaúde.

Impõe-se homenagem condigna à memória do homem que, após dez anos de bom combate, se retirou voluntàriamente ao refúgio da sua vida particular, dispensando louvores e honrarias, com a simplicidade da verdadeira modéstia.

Tal homenagem certamente será feita.

Neste momento, ainda sob a impressão da triste notícia, domina-nos o sentimento do dever que nos incumbe de não esquecer e procurar conservar firmes as directrizes e princípios do fundador da nossa Escola que por ela manteve sempre dedicação inalterável.

Há alguns anos, numa das vindas do Dr. Alfredo Bensaúde a Lisboa, alguém lhe confessava os receios de que determinada medida de carácter geral, então muito discutida, viesse afectar profundamente o Instituto. Sem hesitações foi a resposta: «Se virem que isso é útil, estou pronto a dar pùblicamente a minha opinião pessoal. Estou longe, mas sempre disposto a defender o Instituto».

Entenda-se que «defender o Instituto» para o Dr. Bensaúde era procurar conservar os preceitos pedagógicos e orgânicos que reputava essenciais para o cumprimento da missão da Escola a bem da Nação.

Lembrando-me do exemplo que foi a sua Vida, recordando o aspecto especial do seu amor constante pelo Técnico que êle fundou e com sacrifício dirigiu durante anos, inclino-me respeitosamente perante a memória de Alfredo Bensaúde, com admiração, saüdade e gratidão profundas.

N. da R. — *Está de luto, com a Ciência de Portugal, a nossa Escola: já se não conta entre os vivos aquele que foi o seu primeiro Director, o que tão carinhosa e desveladamente — como era mister — a amparou em seus primeiros passos hesitantes de quem acaba de nascer para a vida.*

E se, em certo modo, a nossa Escola é nossa mãi espiritual, de luto estamos também nós, seus filhos em espírito. ¿Será necessário dizer que nos associamos, do coração, à homenagem prestada pelo Director do nosso Instituto à memória do Sr. Dr. Alfredo Bensaúde?

A esta memória — que o I. S. T. não esquecerá — queremos mesmo prestar a homenagem que mais grata seria ao morto ilustre: a promessa de fazermos quanto em nós caiba para dar à Escola que fundou um lugar cada vez mais proeminente na vida nacional, pelo trabalho dos seus alunos e dos seus engenheiros.

O PROFESSOR DR. A. CARDOSO PEREIRA

POR CHARLES LEPIERRE

Em 20 de Dezembro de 1940 faleceu, aos 75 anos, na sua casa, em Lisboa, o Dr. Cardoso Pereira, ilustre professor aposentado de química do Instituto Superior Técnico, Chefe de serviço no Instituto de Medicina Legal, Membro da Academia das Ciências de Lisboa.

Por determinação expressa do abalisado cientista a família não tornou público o triste acontecimento. Foi um dos químicos-analistas dos mais conceituados e dos mais eruditos que o país teve. Por isso, é justo que a memória dêste homem, representante duma geração de investigadores, quási todos desaparecidos, seja lembrada com louvores e agradecimentos pela sua notável contribuïção para o desenvolvimento da ciência portuguesa e pela sua inconfundível acção como professor e conferencista.

Cardoso Pereira nasceu no Pôrto em 27 de Agôsto de 1865; freqüentou a antiga Academia Politécnica, formando-se em 1888, com altas classificações, na Escola Médico-Cirúrgica do Pôrto. Como Wurtz, A. Gautier, Schutzenberger, etc., não exerceu clínica para se dedicar à química. Assim encontramo-lo, primeiro, no laboratório químico-agrícola do Pôrto; depois na Estação Agronómica de Lisboa, no laboratório de análises químico-fiscais. Em 1911 ingressava como Assistente no Instituto de Medicina Legal da Faculdade de Medicina de Lisboa, onde trabalhou durante mais de 25 anos, dirigindo os trabalhos práticos dos alunos, promovendo dezenas de teses médicas. Aí, o ilustre professor Dr. Azevedo Neves, como director, poude aquilatar do valor técnico e moral de Cardoso Pereira. O seu nome tão apreciado como investigador fêz com que, em 1918, o Instituto Superior Técnico, na pessoa do eminente pedagogo, fundador do I. S. T., Alfredo Bensaúde e do Conselho escolar, convidassem Cardoso Pereira para reger as cadeiras de Química Geral e de Química Inorgânica. vagas pelo falecimento do Dr. Virgílio Machado, No referido Instituto, C. Pereira marcou, durante 17 anos, a sua passagem como professor de rara erudição; as suas lições publicadas revelam o extremo cuidado que presidiu à sua elaboração — o que não impedia que fôssem, por vezes, ornamentadas por considerações filosóficas ou humorísticas do melhor quilate. Cardoso Pereira deixa a todos que com êle privaram a lembrança dum homem de ciência de vasta cultura química, biológica e literária. As suas conferências, as biografias de químicos célebres são modelos de elegância e de rigor documental. A sua produção científica é vasta, não cabendo, nestas singelas notas, desenvolvê-la; fica para uma próxima consagração. Basta dizer que versou, em mais de 100 trabalhos originais, assuntos de química analítica aplicada aos diagnósticos médicos, à higiene, às falsificações alimentares, à toxicologia, trabalhos publicados nas melhores revistas portuguesas e estrangeiras das especialidades.

Pertencia à Academia das Ciências de Lisboa, na qualidade de Sócio correspondente; propagandista do desenvolvimento da ciência em Portugal, encontramo-lo como um dos fundadores da Sociedade de Física-Química Portuguesa e da Sociedade das Ciências Naturais.

Cardoso Pereira, duma modéstia doentia, tinha a paixão da ciência e a ela se dedicou durante 50 anos; deixa um nome respeitado e quando se escrever a história das ciências físico-químicas em Portugal será êste nome realçado como merece pelos vindouros.

Lisboa, 30 de Dezembro de 1940.

N. da R. — *Sincera e comovidamente nos associamos, em nome dos alunos e antigos alunos do I. S. T., à homenagem prestada pelo Sr. Prof. Charles Lepierre à memória daquele que foi em vida o Prof. Cardoso Pereira, honra da nossa Escola e mestre venerado de tantas gerações de engenheiros: uma e os outros não o esquecerão, certamente.*

ENSINAR

Nada é mais digno nem motivo mais justo de orgulho existe; nada mais nobre do que ensinar com nobreza, nada mais elevado do que ensinar com elevação. Não admite condições de suficiência essa missão, onde tudo é belo, desde o necessário espírito de sacrifício, que desânimos não comporta, até ao trabalho criador, cujo êxito é recompensa, que o dinheiro não alcança.

Ensinar, não é cingir-se à comodidade fácil de apontamentos já coligidos. Mais do que descrever processos, é comparar resultados; mais do que ditar métodos, é criticar teorias; mais do que apresentar ideias, é orientar trabalhos.

Ensinar, é escolher; ensinar, é explicar; ensinar, é mostrar como se passa de noções abstractas para grandezas concretas.

Investigando para conhecer, escrevendo para divulgar, criticando para esclarecer, o professor ensina simplificando sem rebaixar, apresentando a dificuldade que se depara não para a pôr de lado, mas para a resolver.

Ensinar, não é dar ao aluno a desoladora ideia de que o seu trabalho tem apenas por fim obter um diploma que lhe permita exercer uma função; mas inculcar métodos de trabalho e fornecer elementos, que possam ser utilizados, posteriormente, no prosseguimento dos estudos pessoais e na ampliação dos conhecimentos científicos.

Eng.º António Marques da Paixão
(I. S. T.)

O LABORATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO NA ENGENHARIA MODERNA

Conferência realizada no I. S. T., pelo Eng.º Civil (U. P.) D. M. VIEIRA BARBOSA
ASSISTENTE DA F. E. (U. P.)

As últimas investigações pre-históricas parecem demonstrar que a aparição do homem sôbre a Terra se deu na época terciária, e se a discussão actual gira ainda em volta das pedras encontradas perto de Ipswich, na Inglaterra, para saber se foi durante o plioceno superior que a indústria eolítica teve o seu período, não resta dúvida já que o homem primitivo viveu a época quaternária, mesmo antes do arrefecimento glaciário.

E desde a sua criação a Humanidade não deixou de evoluir até aos nossos dias, mas sempre desobedecendo à lei primordial da natureza, que marca tôda a função da vida da matéria com um aspecto «contínuo»: o seu movimento evolutivo não foi assim, antes passou por mudanças bruscas que originaram, na história da vida do homem, verdadeiras soluções de continuidade.

De início — e neste início podem caber milhares de anos — o raciocínio, ou pelo menos uma associação de ideias mais perfeita, dá ao homem primitivo um predomínio notável e crescente sôbre a vida natural e animal que o cerca, e é com certeza êsse predomínio, ligeiro de comêço mas fortalecendo dia após dia, que lhe cria a sua principal defesa na vida e da morte.

O fogo aparece-lhe, de entrada, como mais uma calamidade terrível a suportar; acende-se por si, cerca-o de tempestades devastadoras, lança-o num pavor insuperável, mas mais tarde é já um seu amigo fiel que êle conserva e estuda para se defender do frio e socorrer das feras.

E, então, o homem dos tempos pre-históricos procure conservá-lo, e dessa necessidade, junta a outra já satisfeita que era a do abrigo próprio, nasce a «habitação» que, ou em cavernas soturnas ou em cobêrtos rústicos e selvagens, marca o primeiro passo da *Ciência Construtiva.*

Por outro lado um estudo, decerto inconsciente mas devido à observação de factos, leva-o a levantar o fogo do buraco em que até aí o tivera, visto ter observado que a acha de madeira poisada sôbre duas pedras ardia melhor.

Uma observação directa levou o homem primitivo a resolver um problema da ciência experimental: o da tiragem.

E desde o aperfeiçoamento dessa tiragem a Ciência do homem foi progredindo sempre e os seus progressos estão inteiramente ligados ao seu desenvolvimento que permitiu a utilização progressiva dos metais; o cobre, o bronze, o ferro, etc., aparecem a marcar novas etapas no evoluir da humanidade, a par e a passo que os homens vão adquirindo, *sempre pela observação,* conhecimentos que lhes são preciosos.

Talvez decorressem séculos desde o momento em que o homem pre-histórico viu correr o metal das pedras que submetera à acção do fogo e a altura em que notara que certas terras, impregnadas de água, endureciam depois de ter sido submetidas a essa acção e nunca mais retomavam a sua plasticidade primitiva; talvez estas duas observações fôssem coïncidentes, mas, quer de um modo quer de outro, foi certamente pelo somatório de tôdas elas que se conseguiu caminhar até ao desenvolvimento da Ciência do século XX.

Novas descobertas originavam novas mudanças na vida social dos povos, mas estas nem em todos os campos se operavam de acôrdo com o avanço, mais ou menos contí-

nuo, dos conhecimentos científicos; muitas vezes até as ideias, as tradições, os sentimentos e os interesses, retardavam essas mudanças por largos períodos, e tal aconteceu com as *construções*.

A Antigüidade deixou-nos através dos seus escritos, e principalmente através das suas ruínas, uma história inteira de civilizações e de religiões; a arte de construir remonta a milhares de anos antes de Cristo e contudo, parece, nem os Egípcios, nem os Babilónios, nem os Gregos, nem mesmo os Romanos, tiveram ideias precisas sôbre a resistência dos materiais.

Construções maciças, espessuras consideráveis, levam a supor que à arte de construir não interessava a máxima utilização do material adoptado; uma mão de obra pràticamente gratuita e uma orientação de superior misticismo na vida comum não deixaram levantar o problema da *economia construtiva* que é a base essencial da construção moderna: para arrastar a Grande Pirâmide seriam necessárias 6.000 locomotivas capazes de realizar, cada uma, a fôrça tensora de um milhão de quilos!

Os filósofos viviam entre as suas convicções religiosas e as suas crenças filosóficas, e o mundo foi seguindo, sempre, na sua rota imutável, passando das divindades pagãs até à era Cristã em que se renova a moral e se transformam as relações entre os homens; as invasões dos visigodos, dos francos, dos hunos, etc., lançam a barbarie sôbre as ruínas do império romano, mas de novo torna a haver, com a idéia Cristã, um lento renovamento da civilização: há como que um sôpro de verdade e de justiça sôbre a terra que rasga verdadeiras zonas de luz nessa Idade Média que só raciocínios obscuros teimam ver mergulhada em profunda escuridão.

Os arquitectos vão pouco a pouco tentando, pela experiência, pelo estudo e pela mais ampla liberdade de direitos, aligeirar as construções e chega-se a ponto de se empregar, na arquitectura gótica, em estruturas de altura e ousadia notáveis, pilares de pedra suportando cargas de 440 kg/cm².

Isto leva certos autores a considerar a possibilidade de terem existido já, nesse tempo, estudos experimentais que seriam os precursores dos nossos Laboratórios de Investigação; porém parece-me lógico observar que se êsses estudos existiram não se devem ter baseado na teoria do sólido elástico e porque os arquitectos de então se aproximaram, nas suas construções elegantíssimas, das cargas de ruptura, devem ter desconhecido a noção, elementar para nós, do coeficiente de segurança.

Assim se podem explicar os fracassos freqüentes nas primeiras realizações das coberturas em abóbadas abatidas: o duplo insucesso do flamengo Ouguet no tecto da Sala do Capítulo, do Mosteiro da Batalha, tão engenhosamente levado a cabo por Mestre Afonso Domingues.

Os primeiros passos, claros, da Ciência experimental parece terem sido dados por Arquimedes mas só muito depois, já quási no século XVII, aparecem com Galileu as primeiras investigações relativas à resistência dos materiais; Mariotte, Reaumur, Van Musshenbrock, Duhasmel de Monceau, Monge, Lesage, Perronet, Montaignac, etc., são os nomes cheios de glória que precedem os de Mesnager, Bach, Schulé, Cacquot, Rös, Anstett, l'Hermite, Memmler, Freyssinet, e muitos mais, tão conhecidos dos nossos dias.

O notável físico francês, Le Chatelier, disse algures: «..... o século que acabou ficará uma das datas mais importantes da história do mundo pelo desenvolvimento inesperado da indústria, o qual provocou, nas condições da vida material dos homens, uma revolução comparável à que conduziu, nos tempos pre-históricos, a descoberta do ferro».

E pouco mais do que uma geração viveu ainda neste século XX, e êsse *desenvolvimento inesperado* de que nos falou Le Chatelier toma um incremento mais notável através da nossa rapidíssima evolução moral e material; criam-se novas necessidades, abrem-se novos caminhos às indústrias, alargam-se os domínios da influência política e social dos povos, e tudo isto obriga a *controlar profundamente a matéria* com o fim de aumentar quer o rendimento da máquina e o da sua utilização quer a possibilidade de uma lucrativa concorrência dentro das exigências da técnica moderna: o lema é, «mais barato e melhor».

Por outro lado faltam a certos países matérias primas necessárias não só à sua vida interna como também à manutenção da influência

exterior que *têm* de exercer; e vá de procurar uma auto-suficiência pela utilização racional dos materiais que os seus sub-solos lhes possam dar. Um material B que se possue substituïrá um outro A que se importava, mas esta mudança pode obrigar a pensar novas estruturas e novas condições de realização; surge a necessidade de encontrar meios de realizar tal desiderato, ou seja: o conhecimento perfeito das propriedades dos materiais, das suas combinações e das suas formas.

Freyssinet considera, e com razão, a Investigação Científica como o nosso auxiliar principal, e o Laboratório de Construções como um instrumento disponível que o construtor se deve habituar a considerar como a sua principal ferramenta.

Será, assim, um órgão indispensável da Máquina Social moderna.

A Resistência dos Materiais, êsse grande edifício matemático ligado intimamente à teoria da Elasticidade, vive da Investigação Científica; tôdas as suas fórmulas e todos os seus cálculos, todos os seus raciocínios e todos os seus conceitos, por mais brilhantes e elevados que possam ser, conduziriam a resultados absurdos quando as suas *hipóteses* bases aproximativas deixassem de ser válidas.

Atribue, por necessidade, ao sólido que estuda na sua deformação determinadas propriedades físicas, químicas e matemáticas; entre outras admite que será perfeitamente definido quanto à sua forma, densidade e temperatura, que será isótropo e não apresentará fenómenos de viscosidade, de histerésis ou de acomodação.

Assim, retribuírá sob a mesma forma tôda a energia que lhe seja fornecida, e esta reversibilidade do fenómeno será isotérmica e sem perda de qualidade ou quantidade.

Só a investigação científica permite controlar, através dos seus Laboratórios de Análise, a realidade e os limites de tais hipóteses e, portanto, sem êsses Laboratórios não saberia a Resistência dos Materiais se os resultados a que se permite chegar têm ou não interêsse prático.

De resto não é só nessas hipóteses que o Laboratório auxilia e justifica os cálculos feitos; duma maneira geral as fôrças exteriores são os dados do problema que a prática põe e a Resistência dos Materiais estuda, com a maior minúcia, até à determinação das tensões internas: e eis aqui o Laboratório chamado a depor, uma vez mais, o seu possível *consentimento* à utilização dum determinado material para o fim que se tem em vista.

A própria teoria da elasticidade, através dos cálculos habituais da Resistência dos Materiais, tem de se confessar impotente para resolver certas formas construtivas, ou então necessita lançar mão — e nem sempre com êxito — de cálculos extremamente laboriosos e complexos que se tornam quási proïbitivos na prática corrente da vida do engenheiro.

De novo o Laboratório vem, pela medida das deformações, estudar criteriosamente o assunto, e desde a criação do método mecânico devido a Beggs até aos engenhosíssimos processos práticos de estudo dos sistemas hiperstáticos, quer planos quer no espaço, devidos ao nosso ilustre colega Edgar Cardoso, passando pelos micro-influenciómetros tipo Magnel, o cálculo analítico tem cedido, na mais lata escala, grande lugar aos métodos experimentais; mais ainda: quer seja pelas propriedades acústicas das cordas vibrantes, quer pela variação da resistência eléctrica de certos corpos ou pela utilização de correntes eléctricas de alta freqüência, quer seja ainda pela medida dos efeitos térmicos adiabáticos causados pelas tensões internas, estas ficam devidamente conhecidas e o problema resolveu-se *experimentalmente* sem necessidade de recorrer a cálculos aproximados que podem apresentar graves perigos.

Assim, as próprias obras já feitas podem ser estudadas e auscultadas pelos métodos laboratoriais que cobrem, dêste modo, uma lacuna importante da ciência teórica da Estabilidade; métodos excelentes, sem dúvida, não chegam ainda para as nossas necessidades técnicas correntes, visto que só nos dão indicações precisas sôbre alguns pontos onde se instalaram os aparelhos de medida.

Quando um engenheiro, ou um arquitecto moderno, concebe uma obra de grande vulto, não o deve fazer só pelo princípio de que as tensões finais sejam inferiores às limites que o Laboratório determinou, mas interessa-lhe encontrar as formas construtivas mais racionais: satisfará, assim, o princípio da melhor

economia não descurando a aplicação da boa técnica; se o material adoptado é o betão armado, por exemplo, a Resistência dos Materiais ensina-nos a calcular as armaduras que *julgamos* necessárias e permite-nos dispô-las segundo as direcções que *julgamos* ser dos maiores esforços de tracção.

Mais tarde ou mais cedo, pelas verificações experimentais já citadas, podemos saber se o sistema adoptado de armaduras é ou não suficiente; mas nem estas verificacões nem a Resistência dos Materiais, através dos processos teóricos de cálculo, permitem concluir se êsse sistema é ou não o mais racional: de novo vem o laboratório prestar o auxilio requerido com o estudo em modêlos à escala reduzida, utilizando a luz polarizada.

É a *foto-elasticimetria* que permite resolver já os próprios problemas no espaço, planos ou curvos, e quer em construções em lajes delgadas quer em grandes espessuras; utiliza a dupla refracção acidental dos corpos transparentes, tornando *visíveis* os esforços interiores suportados pelos corpos elásticos deformados sob a acção das fôrças exteriores, o que permite seguir a curva dêstes esforços e obter fórmulas aplicáveis a quaisquer corpos.

É uma vitória notabilíssima da experiência laboratorial sôbre o cálculo analítico, visto que êste, uma vez mais, se obriga a depender daquela.

Como já disse, no caso do betão armado — por exemplo — só a foto-elasticimetria permite dispôr as armaduras segundo a forma mais racional, ou seja: segundo a disposição das isostáticas tendidas, e só ela ainda permite escolher e avaliar a eficácia das tensões prováveis a aplicar nessas armaduras de modo a criar, no betão, tensões conseqüentes favoráveis; só a foto-elasticimetria consegue reduzir, nas obras do betão armado, as fendas a um número pràticamente imperceptível.

Os Laboratórios físicos e químicos, com o estudo profundo da matéria em vista da possibilidade de sínteses, fornecem os materiais mais condicionados a êste tipo experimental: maquelite, xilonite, celulóide, trolon, etc., e graças aos mais notáveis investigadores, desde Mesnager a Tesar, o estudo dos fenómenos de tracção, de compressão e de flexão (foto-elasticimetria estática) completa-se hoje com o dos choques e o das vibrações (foto-elasticimetria dinâmica).

* * *

Neste quási meio século o campo de actividade do engenheiro alarga-se consideràvelmente; a Hidráulica, por exemplo, que de início foi uma arte meramente empírica, tem hoje verdadeiros fundamentos matemáticos que desde Arquimedes, para a hidrostática, e de Torricelli, para a hidrodinâmica, se têm desenvolvido extraordinàriamente.

É contudo no campo experimental, mais do que em qualquer outro, que o engenheiro consciencioso vai buscar os principais ensinamentos desta Ciência:

É o Laboratório de experiências hidráulicas, em modelos à escala reduzida, quem — graças ao princípio da similitude — lhe ensina a impedir inundações pelo endigamento dos rios, a aproveitar melhor a fôrça natural das águas para a produção da energia eléctrica e a estudar devidamente todos, ou quási todos, os problemas de navegação fluvial e marítima.

Podem de facto os tratados de cálculo de barragens, por exemplo, ensinar-lhe a calcular e a adoptar um determinado perfil; dos mais teóricos, como Pigeaud e Résal, aos mais práticos, como Koeklin, Bonnet e Pitcher Creager, ninguém lhes diz, como o Laboratório experimental, quais as conseqüências *finais* dessa obra e como impedir as desastrosas ou menos convenientes.

Pode o engenheiro cuidadoso ir estudar um quebra-mar de paredes verticais, por exemplo, seguindo tôda a teoria das ondas estacionárias desde as primeiras equações de Flamant até às últimas considerações de Gourrett; nem Sainflou, nem Jorge Lyra, nem Benezit, lhe podem evidenciar, como o Laboratório experimental, quais as modificações, muitas vezes racionais e inesperadas, que tôda essa teoria, cheia de brilho matemático, pode sofrer em fase de determinadas condições existentes.

No estudo minucioso dum pôrto marítimo, por exemplo, o grande caminho da *solução óptima* encontra-se no Laboratório de experiências hidráulicas; tal como uma estrutura que estudamos, em que precisamos de conhecer as fôrças externas actuantes, assim o Laboratório prepara o problema conhecendo todos os

meteoros existentes: as correntes de superfície e de fundo, as direcções de assoreamento e a sua intensidade e grau de variação, os ventos, as marés, a freqüência e mobilidade dos depósitos de vasa, as características das vagas, etc.

O fim a que o pôrto se destina, bem como as condições de existência que lhe queremos manter, são funções complexas de tôdas estas variáveis; não há estudos analíticos, nem possibilidades de cálculo, capazes de resolver tão hectorogéneo problema; e é o Laboratório quem o disseca, quem o estuda na sua maior minúcia, quem lhe cria as soluções mais racionais vendo, a par e passo das disposições introduzidas, quais as modificações resultantes para o regime costeiro: mais uma função de novas variáveis que só a experiência laboratorial consegue interpretar.

A própria terra é, para os engenheiros de hoje, um material de construção capaz de ser estudado em todos os seus caracteres físicos e químicos por qualquer Laboratório moderno.

Tôda a teoria de Buffon desapareceu e hoje, para nós, os terrenos coerentes não são mais do que sistemas bifásicos compostos de elementos minerais finíssimos e de água; distinguem-se dos pulverulentos pela sua plasticidade, coesão e ângulo de atrito interno.

Os trabalhos de Coulomb, de Darcy e de Boussinesq — para citar só os franceses — e modernamente os de Terzaghi «o criador da mecânica do solo», de Casagrande, de Fröilichc, de Köegler, etc. — abrem tal caminho aos Laboratórios de Investigação que a estes é já possível verificar e orientar projectos ou trabalhos de fundação, bem como prever o efeito do tempo sôbre a solução escolhida.

Os mais modernos processos de cálculo, devidos a Cacquot, para os muros de suporte baseiam-se no estudo experimental, minucioso, dos macissos pulverulentos e coerentes.

Não chega ao engenheiro a classificação adoptada pelo geólogo: êste procura as espécies mineralógicas, a formação das camadas, as características das rochas através dos seus constituintes, etc., e para aquele a classificação tem de ser outra.

A maior parte das rochas será para o engenheiro, o mesmo material de fundação: «um terreno incompressível»; em compensação, como diz Mayer, não lhe basta para os terrenos compressíveis, o nome da areia, marga ou argila, seguido do nome do elemento ou do fóssil que os caracteriza.

Tal como para as madeiras nos aparecem, definidas pelo Laboratório, as cotas de qualidade (que são verdadeiros coeficientes característicos dêste óptimo material) também para o solo existem determinados coeficientes que o caracterizam devidamente sob o ponto de vista construtivo: e são as percentagens de água, a compressibilidade, a composição granulométrica, o ângulo de atrito interno, a coesão, a permeabilidade, os limites de Atterberg, etc.

E tôda a construção moderna e racional não pode utilizar êsse material construtivo que é a *terra* sem saber quais os seus coeficientes característicos, que só o Laboratório pode indicar.

E a série seria interminável, podendo afirmar-se que o técnico construtivo actual tem, como já disse atrás, a sua principal ferramenta nos Laboratórios de Investigação Científica.

Estes, ao mesmo tempo que acumulam conhecimentos vastos e precisos da matéria que constitue os nossos materiais construtivos, procuram verificar os nossos projectos e, desfazendo com segurança tôdas as incertezas, adoptam-nos, com a maior economia e melhor proveito, ao fim a que se destinam.

Na opinião de Freyssinet, controlam a conformidade de execução com a correcção, e esta opinião de tão grande Mestre é o *melhor testemunho* para garantir a conclusão que pretendo tirar do que até aqui disse:

Os Laboratórios de investigação, e em especial os de ensaios de materiais, são imprescindíveis à técnica construtiva moderna; sem êles não pode haver engenharia conscienciosa e só com êles desaparece o factor acaso para deixar intervir os dois principais factores que se requerem: o factor da segurança e o da economia.

*
* *

Nem de outro modo, nem por outras razões, se poderia explicar o incremento notável que os Laboratórios de Ensaios de Materiais tem tido no mundo inteiro; todos os paises cultos e progressivos desviam verbas apreciáveis em pról do seu desenvolvimento, porque reconhe-

cem que a Ciência Construtiva não pode caminhar para novas realizações sem ser por intermédio de investigação.

Mas essa investigação refere-se, neste caso particular, à que permite encontrar novas características nos materiais e novos métodos para o seu uso; não basta que seja o físico ou o químico que investiguem qual a vida atómica dum determinado cristal ou qual a composição duma determinada matéria, antes é necessário que o engenheiro, o físico e o químico trabalham *num todo* para óptimo rendimento das investigações efectuadas.

Os laboratórios modernos marcam bem a necessidade imperiosa de tais estudos: os materiais construtivos e as formas de construção que lhes são mais adequadas estudam-se aí na sua maior minúcia, bem como todos os problemas da Construção Civil (isolamentos térmicos, fónicos, eléctricos, etc.).

O botânico, na sua secção especial, por exemplo, estuda as madeiras sob o ponto de vista da Botânica geral e da Botânica aplicada, completando-se êste estudo pelos relativos à Botânica agrícola, medicinal, florestal ou industrial; o paleontologista conduz os seus trabalhos noutra secção que lhe é adstrita e, por sua vez, o engenheiro estuda êste material construtivo em todos os possíveis ramos da construção.

Ensaia-o, submete-o às acções estáticas e dinâmicas, cria-lhe processos de cálculo especiais, procura-lhe as protecções necessárias e tenta corrigi-lo nos seus principais defeitos como procura melhorá-lo nas suas qualidades apreciáveis, mas, como se tal não bastasse, o engenheiro, o físico e o químico, em conjunto, dão à madeira a maior utilização na vida social.

Destilam-na, e obtêm o alcool metílico, o ácido acético e a acetona; hidrolizam-na, e obtêm os açúcares; desfibram-na e obtêm a pasta da madeira; extraem-lhe a água, e obtêm as matérias taninosas; obrigam-na a uma fusão alcalina, e obtêm o ácido oxálico; deslinhificam-na pela soda ou pelo bissulfito, e obtêm o papel, a sêda e a celofana, a celulose hidratada e a nitrocelulose, etc.

E dando-nos a celulose dá-nos um dos produtos-base mais importantes dêsse novo ramo da Ciência actual que é o da produção sintética; junta à água, à caseína, ao carvão, à cal e ao ar, fornece tôda a grande série dos produtos de substituïção para os similares naturais.

Mas a construção civil levanta os seus direitos: quere aplicar a madeira tanto quanto possível (para substituir o ferro, por exemplo) e criam-se laboratórios especiais onde a engenharia pode fazer o seu estudo completo e, em qualquer dêles, as peças são estudadas desde o provete vulgar da Máquina Amsler até à peça com as dimensões naturais da construção; mas ainda é pouco e a Aviação, por exemplo, quere utilizar a madeira em grande escala, e isto leva à necessidade de uma investigação especializada que na Alemanha, por exemplo, auxiliou extraordinàriamente o incremento dos vôos sem motor entre os estudantes. O tempo, os agentes atmosféricos, os vermes, etc., têm acção perniciosa sôbre êste material e o engenheiro necessita protegê-lo de modo a prolongar, tanto quanto possível, a sua existência, e nos Laboratórios especializados todo êsse estudo é dirigido em face das necessidades construtivas.

O caminho por que os técnicos conduzem a construção tende a abrir-se, dia a dia, sôbre horizontes mais largos, e a madeira, que já saíu fora daquela espécie de esquecimento pejorativo a que a votava o entusiasmo dos defensores intransigentes do ferro e do betão armado, necessita, a-fim-de concorrer com êsses materiais, vencer maiores vãos e adoptar-se às novas formas construtivas.

O engenheiro florestal condiciona já as suas plantações de modo a que as árvores percam a tortuosidade característica da que nasceu isolada e não teve necessidade de ir procurar a luz no sentido da altura; o engenheiro construtor procura a melhor maneira de vencer êsses vãos sem recorrer a grandes troncos, o que acarrataria enormes inconvenientes.

E é de novo o Laboratório quem lhe estuda as estruturas complexas e as suas possibilidades de articulações, e é ainda o Laboratório quem lhe experimenta as vigas armadas, quem lhe estuda as colas que hão-de ligar as suas peças componentes, quem lhe diz o número de pregos que deve utilizar como guardas preventivos, etc.; na Suíça, a construção de pontes tem a sua parte mais difícil na montagem dos simples, dada a natureza acidentadíssima do terreno, e é, como sempre, o Laboratório de

Ensaios quem verifica os melhores tipos de estruturas em face das madeiras disponíveis: o nome do Eng.º Rös está inteiramente ligado a tão importantes investigações, e os seus trabalhos mostram claramente que só raciocínio e inteligência trabalhando, embora, com as mais perfeitas teorias da Resistência dos Materiais, não seriam capazes de levar a cabo tão arrojadas soluções.

E citei aqui o caso das madeiras, como poderia ter citado os metais, certos minerais de interesse para a construção, etc., ... mas a razão da preferência baseia-se no motivo de se tratar de um óptimo material que possuímos em abundância, quer no Continente quer nas Colónias, o que não devemos nem podemos esquecer.

*
* *

O betão, armado e não armado, é um material de aplicação sempre crescente; o químico, pelas suas investigações interessantíssimas, vem-nos explicar a teoria coloidal dos cimentos, por exemplo, e apresenta-nos estes bem definidos através dos seus índices de hidraulicidade, e o físico chama-nos a atenção para as suas experiências laboratoriais que levaram a concluir que os cimentos são uns «pseudo-sólidos» regidos pelas leis da capilaridade.

Mas nem um nem outro nos dizem alguma coisa de interêsse prático quanto à maneira como devemos aplicar e fabricar as pastas, as argamassas e os betões, em face dos materiais de que dispomos e relativamente às características essenciais que queremos atingir; e é nos Laboratórios de ensaio onde o engenheiro encontra os melhores ensinamentos para a aplicação judiciosa de tão espalhado material construtivo.

Nêles se estudam todos os cimentos que devem ser utilizados nas suas aplicações várias, desde as placas de revestimento das auto-estradas aos pilares e articulações das pontes extensíssimas, e para isso se tem de montar aparelhagem especial, de adoptar métodos de ensaio a cada caso de per-si, de criar novos processos de estudo e de dosagens, etc.; conseguem dêste modo criar, à custa de milhares de observações experimentais, uma técnica nova e simplicíssima para o fabrico e para o estudo dos betões.

Os construtores das barragens mais importantes, por exemplo, não se limitam a ir buscar aos Laboratórios Hidráulicos as indicações necessárias para um projecto e uma efectivação conscenciosas, mas vão também pedir aos Laboratórios de Ensaios de Materiais conselhos, preciosos, senão mesmo a segurança da sua direcção nas obras em curso, e é sempre à frente dêles que os Engenheiros mais notáveis do novo e do velho mundo satisfazem todos os problemas construtivos que lhes são postos.

É pelo estudo dos materiais construtivos, levado à maior minúcia, que os técnicos modernos orientam quer as construções particulares quer as do Estado, e assim o Laboratório-tipo destinado a servir a indústria e a construção, é constituído como que por uma série de Laboratórios especializados, e tais são o Laboratório dos metais, o dos cimentos e betões, o dos materiais diversos, o de ensaios de construções, etc., e esta série que é, bem pode dizer-se o coração dos Centros de Investigação da Técnica Construtiva mais moderna, completa-se (dadas as necessidades construtivas) por secções de física, com Laboratórios especializados de calor, de óptica, de microscopia, de radiologia e de cristalografia, de vibração e de acústica;

Por secções de química onde se estudam os materiais orgânicos e inorgânicos que entram na construção;

Por secções de revestimentos impermeáveis;

Por secções de estudos do solo.

Quere dizer que nesse Laboratório completo se podem estudar todos os assuntos que interessam ao construtor e se respeita a necessidade do trabalho de investigação em conjunto do engenheiro, do físico e do químico.

Cada qual terá o seu papel a desempenhar, como tem o seu Laboratório apropriado, e das suas investigações em conjunto muito pode advir em prol da boa técnica construtiva, e nada ou pouco se lucraria se cada um dêles trabalhasse em separado, ou quisesse sair fora do seu âmbito de acção para investigar o que aos outros cabe: e tal seria o engenheiro trabalhando em experiências de física atómica ou o físico procurando disposições construtivas mais adequadas a um determinado problema.

Parafraseando um dos mais notáveis defen-

sores da necessidade dos Laboratórios de Investigação, no campo da Engenharia moderna, poderei dizer que *chegou a hora para os técnicos da Construção de repudiar todo o empirismo, de obedecer ao Laboratório, de suportar o duplo jugo da experiência e do cálculo, de não admitir nem produto, nem trabalho, que não seja analisado, definido, medido, rigorosamente ensaiado e controlado.*

*
* *

A preocupação mais importante do Laboratório de Investigações destinado a auxiliar o engenheiro construtor moderno é, hoje como ontem, a procura da resistência mecânica dos sólidos e da ruptura; embora se discuta acaloradamente se por *carga de ruptura* se entende a que fragmenta o sólido em vários pedaços ou a que provoca um movimento interior contínuo susceptível de *parar* ùnicamente quando a carga actuante diminue, tôdas as teorias actuais relacionam êste fenómeno, tão complexo, com o estado intrínseco da matéria.

A termodinâmica explica-nos que, duma maneira geral, a ruptura se dá quando o acréscimo de energia dissipada em transformações plásticas e térmicas se torna igual ao acréscimo da energia exterior.

A teoria de Saint-Venant na qual a ruptura era provocada por uma dilatação máxima acima da qual o sólido tinha de romper é já hoje considerada como inexacta, o mesmo acontecendo às de Lamé de Clapeyron, e de Rankine, em face dos modernos processos de investigação; da combinação das teorias expostas por aquêles técnicos, nasce a hipótese da ruptura pelo máximo da energia de deformação que, a-pesar-de muito mais ligada ao fenómeno pelo lado de prática, deixa sem explicação grande número de factos.

A teoria de Mohr é válida no caso do sólido homogéneo e isotropo, e observa l'Heremite que as contradições que surgem em face das experiências notabilíssimas de Kármén e Böker são mais aparentes do que reais; (devem depender de um defeito de isotropia da matéria utilizada); ao passo que num material isotrópico a ruptura se produz segundo um plano ideal definido pela curva intrínseca de resistência, desde que o material o não seja essa ruptura parece produzir-se segundo uma superfície passando pelos planos de escorregamento múltiplos dos elementos.

Seja como fôr, a ruptura — na acepção vulgar do termo em que é empregue — provoca-se por uma descoesão que se não pode anular; os átomos afastam-se uns dos outros, normalmente aos planos recticulares, e não encontram mais, no seu raio atractivo, novos átomos sôbre os quais possam exercer a sua acção.

Assim se vê que para *querer* compreender bem a natureza dos fenómenos mecânicos de deformação e de ruptura, tais como os vemos, é necessário conhecer a causa íntima dêsses fenómenos cuja essência se encontra no infinitamente pequeno da sua estrutura.

É esta a razão da característica essencial dos laboratórios modernos: *estendem a investigação em grande escala no sentido das dimensões* visto que não lhes basta «*provar*» um provete dum determinado material ou uma maquete duma obra, mas necessitam saber se os números obtidos são ou não aplicáveis, à construção que se pretende realizar; e visto que êsses números se obtêm por aplicação directa da lei da proporcionalidade precisa-se saber qual é o êrro cometido.

A prática tem demonstrado a superior razão dêste critério que não tinha de surgir se se aceitasse, pura e simplesmente, as razões termodinâmicas da ruptura, por exemplo: a sua teoria explicativa é, afinal, como todos os cálculos termodinâmicos uma «lei estatística» visto que não examina separadamente os elementos constituintes mas considera-os no seu conjunto e, não tendo uma escala, tem de ser válida tanto para uma construção de grandes dimensões como para um provete de dimensões muito reduzidas.

Ora a prática mostra precisamente o contrário.

Quere isto dizer que tôda a Ciência da Análise teórica presta indiscutíveis auxílios na interpretação matemática dos resultados experimentais, mas tem de ser estes que devem abrir caminho para o estabelecimento dessas interpretações e não se pode aceitar, como razão prática e segura, uma hipótese teórica qualquer que não tenha sido comprovada por racionais experiências.

Isto leva a estudar o problema da ruptura desde o infinitamente pequeno, o que constitue verdadeiro trabalho de física atómica *até ao tamanho natural,* o que obriga a utilizar máquinas de grande potência.

E assim o estudo experimental dos sólidos, que está intimamente ligado à Ciência da Construção nas suas realizações, nos seus projectos e nos seus cálculos, divide-se em três grandes grupos que são, pode dizer-se, as três divisões principais gerais dos grandes Laboratórios:

1) *Medições das qualidades intrínsecas da matéria;*
2) *Ensaios de comparação, ou de recepção ou controle;*
3) *Ensaios sôbre os próprios elementos de construção considerados isolados ou no seu conjunto.*

Nos Laboratórios modernos, a par dos estudos estáticos e dinâmicos dos materiais de construção, dá-se a maior importância aos estudos *radiocristalográficos* (que utilizam raios muito penetrantes, como os raios X), aos *micrográficos* (que utilizam, como o nome indica, o microscópio), e aos *macrográficos* (que se baseiam no exame, a ôlho nú, duma peça metálica — para exemplo — pulida e atacada por determinadas substâncias).

Estudemos essa peça metálica; posso saber por meio de ensaios estáticos ou dinâmicos qual a sua carga máxima antes da ruptura, quais as suas características de elasticidade, qual o seu coeficiente de plenitude, qual a sua resistência viva de elasticidade, etc., quere dizer: posso prever, até um certo ponto, possíveis aplicações criteriosas dêsse material.

Mas quando quero estudar essa mesma peça com o fito de saber, por exemplo, a justificação dum insucesso ou com o fito de realizar investigações que me forneçam base sólida para elaboração de novas teorias ou para comprovação das já existentes mas em campo diferente daquele em que foram estabelecidas — e êste conhecimento é preciosíssimo na Indústria do século XX — tenho de ir pesquisar a sua estrutura íntima para saber quais os tratamentos térmicos e químicos que já sofreu ou tem de sofrer.

A *macrografia* evidencia-nos imediatamente a sua estrutura primária, as irregularidades da composição, a presença de corpos estranhos e ainda, pela disposição das dendrites, logo nos diz de que tipo de metal se trata; completa-nos as suas indicações dizendo-nos se a peça sofreu já deformações plásticas importantes devidas a esforços mecânicos e qual o sentido em que êsses esforços actuaram.

Quantas vezes as causas de acidentes graves ou os pontos de partida da corrosão são devidos a impurezas, a segregações de enxôfre, de sílicio ou de fósforo, etc.; os ensaios mecânicos seriam muitas vezes incapazes de provar tais defeitos e o engenheiro cauteloso tem de ir buscar à Macrografia o seu precioso auxiliar.

Querendo identificar um metal quanto à sua composição, por exemplo, parece que só o químico seria chamado a intervir e, contudo, a análise química é insuficiente para nos dizer alguma coisa àcêrca da variabilidade da grossura do grão, das inclusões que possa ter, da sua heterogeneidade; é a *Micrografia* quem se deve encarregar de tal estudo, permitindo-nos encontrar os constituintes da liga e da sua variação na massa; permite-nos saber qual o grau de eficácia dos tratamentos térmicos, etc.

Longe de mim o querer afirmar que a Micrografia tira o lugar ao Químico; pelo contrário, pede-lhe até que complete o seu estudo com os seus maravilhosos métodos de pesquisa mas afirma, com a maior certeza, que o microscópio não só nas mãos dos naturalistas pode prestar serviços relevantes.

Entre as mais brilhantes aplicações dos Raios X pode contar-se, sem dúvida, os benefícios já sem conta que trouxeram à Humanidade pela sua introdução na medicina; mas como se não bastasse tal distinção temo-los a abrir novo caminho, à Civilização e à Ciência, através da investigação da matéria, visto que os metais, por exemplo, sendo materiais essencialmente opacos à luz visível, tornam-se transparentes com esta luz 10.000 vezes mais subtil, o que permite *ver* através da sua massa sendo, como é, difractada pela rêde cristalina do metal.

A análise pelos Raios X indica-nos a grossura do grão e a sua variação, esclarece-nos

já àcêrca das tensões internas do material, dá-nos indicações preciosas sôbre a orientação estatística dêsses grãos, sôbre a repartição dos constituintes químicos e dos átomos de substituição nas soluções sólidas, etc.

Mas dir-se-á que estes ensaios só ao físico ou ao químico podem interessar e esta opinião é, infelizmente, muito vulgar entre nós; ora a não ser nos domínios da Ciência pura foi a Indústria — e continua a sê-lo — quem levou a investigação química e física ao desenvolvimento actual: sendo a Indústria criada e orientada por técnicos foram estes, na maior parte, quem levantaram os problemas que aqueles especialistas têm de estudar e que, depois de solucionados, de novo voltam às suas mãos para a aplicação corrente.

De resto bastava lembrar o desenvolvimento que teve a soldadura eléctrica nos últimos anos para demonstrar a falsidade de tão ousado critério; êste desenvolvimento está intimamente ligado à aplicação da radiografia à Ciência do engenheiro.

Dois números para avaliar: no espaço de seis anos os postos radiográficos utilizados na Indústria Norte-Americana passaram de 6 a 48!

E não levará muito tempo, a avaliar pelos resultados práticos a que se tem chegado, que a utilização dos Raios catódicos entrem, também, no domínio Industrial.

*
* *

E já que citei, muito ao de leve embora, meia dúzia de justificações para a aplicação dêstes ensaios em prol do desenvolvimento da Engenharia, vou tentar justificar a necessidade dos ensaios à escala natural, ou seja: o ensaio em peças duma estrutura consideradas separadas e no seu conjunto.

Durante grande espaço de tempo o homem lutou — e luta ainda — com a deficiência do cálculo teórico para chegar a certas realizações da prática e no dia em que os Laboratórios experimentais lhe abriram possibilidades de realizar com segurança muito mais apreciável, reagiu, com a maior das dúvidas, contra êsses novos métodos de trabalho.

A matemática, essa Ciência da quantidade que tem por objecto as propriedades das grandezas, no que respeita ao que é susceptível de medidas, dera base de cálculo à Resistência dos Materiais e esta tinha, portanto, atrás de si, directa e indirectamente, muitos séculos de luta e de provas brilhantes para que se permitisse ceder terreno, ràpidamente e em tão lata escala, às Ciências experimentais.

A experiência e o tempo, medidos no espaço e na razão, acabam por trazer os Laboratórios de Investigação ao primeiro plano dos estudos construtivos e então, como tôda a ideia que repelida de início se impõe depois, os estudos Laboratoriais conquistam os construtores, principalmente na parte em que lhes estudam os seus projectos e lhes permitem realizá-los quási sem responsabilidade directa.

Surgem, porém, ùltimamente, as novas teorias de *Freyssinet,* que levam a considerar certos corpos como constituidos pela aglomeração de cristais que devem a sua coesão mútua não só a atracção molecular proveniente do seu contacto íntimo, mas ainda a peliculas líquidas que formam o papel de intermediários de coesão, a qual será tanto mais forte quanto menor fôr a espessura dessas películas. São os pseudo-sólidos de Freyssinet, a que já me referi, e que devem a sua coesão à acção capilar do líquido interno; são os cimentos, as argilas, os betões, os calcáreos, etc.

Esta nova teoria que Freyssinet demonstrou, e que está hoje provada *experimentalmente,* modificou por completo muitos métodos de ensaio.

Atenda-se, com efeito, a que na formação e na vida dos corpos capilares um factor domina: a absorção e a evaporação da água intercristalina. Porque a evaporação, que deminue o volume, e a carga que a provoca, não são fenómenos homogéneos, dadas as dificuldades que a água encontra para se escapar para a atmosfera exterior, um cimento será, segundo L'Hermite, um corpo geralmente em desequilíbrio constante no seu volume e no tempo e, portanto, de difícil estudo quanto às suas propriedades.

Principalmente nos seus primeiros tempos o sólido capilar é uma *função onde domina a influência da sua superfície exterior;* por outras palavras: *dois elementos dum mesmo betão, de dimensões proporcionais, não tem proporcionalidade nas suas propriedades mecânicas.*

É ainda L'Hermite quem tendo feito estas

considerações acaba por observar: *a grandeza do germe cristalino é constante nos dois sólidos e a velocidade de restabelecimento do equilíbrio interno, a partir da superfície, é a mesma para um e para outro.*

Quero dizer: uma modificação qualquer do estado exterior torna imediatamente os dois sólidos dessemelhantes na sua constituïção.

E isto obriga a experimentar modelos cujas dimensões se aproximam, tanto quanto possível, das do elemento correspondente na construção; claro que o ideal será proceder a ensaios em tamanho natural e o incremento notável dêste novo tipo de ensaio justifica-se pelo desenvolvimento extraordinário dos materiais betão e betão armado, e esta necessidade explica a criação das grandes máquinas experimentais onde as fôrças actuantes se medem por milhões de quilos.

*
* *

Julgo ter demonstrado, como pretendia, que o estudo consciente experimental da matéria, necessário ao desenvolvimento da Engenharia, vai — neste momento progressivo da Ciência — do átomo ao cristal e do elemento da construção à própria construção.

Infelizmente a grande parte dos nossos construtores fia-se ainda na tradição construtiva, sem atender à possibilidade que hoje temos, com o auxílio do Laboratório de Ensaios de Materiais, de construir *muito mais barato e muito melhor;* assim se construiu *ontem,* assim se construirá *amanhã,* e porque a obra *ontem* não caiu não cairá *amanhã* também.

É esta espécie de «determinismo» na vida construtiva que atraza os nossos métodos e leva muitos estranhos a olhar os nossos Cursos não como Cursos complicados de verdadeira Ciência, mas como Cursos gerais de artífices vulgares; mantemo-nos assim, por egoismo comodista e por ausência de vontade, que quási chega a parecer a negação da inteligência, naquele mesmo pé em que se mantinham os filósofos gregos do tempo de Pericles, que sendo bons matemáticos e bons lógicos não descobriram os métodos da Ciência experimental.

Por incapacidade?

De modo algum; única e simplesmente porque admitiam que os fenómenos da Natureza resultavam da intervenção directa duma das divindades do Olimpo...

E essa explicação bastava a todos os fenómenos, por mais estranhos que parecessem.

Como se acabou de ver, — e é essa a impressão que fica a quem visita com relativa minúcia, os grandes laboratórios estrangeiros — os métodos experimentais ligados às Ciências das Construções mudaram extraordinàriamente no decorrer dos últimos anos, o que acarreta lógica mudança nas próprias realizações práticas dessas construções.

E nem assim podia deixar de ser, visto que os materiais empregados eram utilizados segundo a noção que se tinha da sua função de resistência, e esta foi variando, conforme variou, também, a noção que se tinha da constituïção da matéria.

As próprias condições da vida actual, na sua luta constante de concorrência nos mercados e de melhor aproveitamento económico na política interna, seriam suficientes para obrigar a parte da mudança radical que se observou, nos últimos anos, dentro dos Laboratórios de Ensaios.

Sem querer entrar nesse campo especializado, tão vasto como interessante, que é o do estudo, que procura conduzir à auto-suficiência dos povos, basta encarar, duma maneira geral, os progressos industriais dos últimos 15 anos, para se compreender que os Laboratórios de Ensaios de Materiais, em 1940, necessitam uma aparelhagem completamente distinta da que possuiam no primeiro quartel do nosso século.

Antigamente bastava o controle estático às aplicações construtivas e industriais do homem; o dinamismo da nossa vida tem sido uma função crescente do tempo e chega a haver épocas, como a que teve início em 1914 e continua nos nossos dias, em que essa função tem fases de rapidíssima evolução, o que se traduz na vida dos povos, em geral, e na do homem, em particular, por um desequilíbrio notável.

Observa um dos maiores sábios contemporâneos — Alexis Carrel — que a Civilização moderna foi construida sem conhecimento da nossa verdadeira natureza, visto que provém do capricho das descobertas científicas, dos

apetites dos homens, das suas ilusões e das suas teorias.

Escolhemos entre as riquezas das descobertas científicas, não por razões do interêsse superior da humanidade, mas pelo princípio do maior comodismo e do menor esfôrço, as do nosso maior agrado; ninguém quis saber como os seres humanos suportariam a aceleração do ritmo da vida produzida pelos transportes rápidos, pelo avião, pelo rádio, pelo cinema, pela televisão, etc.

O desequilíbrio que tudo isto causa na vida do homem, reflecte-se, também, na Indústria, que não estava preparada a acompanhar tamanho impulso.

A utilização do ferro, por exemplo, dado o desenvolvimento da Construção metálica, em pontes, gruas, arranha-céus, etc., levou ao estabelecimento dum controle *estático* muito perfeito, mas que é incapaz de acompanhar o desenvolvimento dos motores, dos aviões e das grandes aeronaves, como o Graf Zeppelin, das turbinas a vapor, dos automóveis e dos grandes transatlânticos como o «Queen Mary» ou o «Normandie»; são novas estruturas que requerem materiais apropriados com o fim de combater o desgaste e a fadiga provenientes dos esforços dinâmicos e repetidos a que estão sujeitos.

De início as peças sujeitas às acções dinâmicas foram calculadas partindo, de dados estáticos e as rupturas surgiam sem aquela série de sinais preventivos que tão característicos são no aço doce, por exemplo, quando sujeito a acções estáticas.

Não chegava mesmo a haver deformação plástica, visto que êste material quebrava, por efeito da acção dinâmica, como se se tratasse dum ferro fundido; e o bronze, o alumínio e muitos outros metais comportavam-se do mesmo modo que o ferro e que o aço.

Isto levou a reconhecer que uma segurança suficiente no funcionamento das máquinas e dos aparelhos da Indústria ou dos transportes, é função não só da qualidade e da composição do material mas também do modo como êle é utilizado.

É a grande razão do estudo *dinâmico* dos materiais construtivos, que dia a dia toma novo incremento com o desenvolvimento da aceleração dos ritmos das máquinas em geral; por outro lado as turbinas a vapor, as grelhas rolantes, as caldeiras a alta pressão, etc., requerem dos Laboratórios o estudo *a quente* dos metais: quere dizer — as propriedades mecânicas dos materiais que dia a dia se vão *pedindo* ao investigador, reflectem as preocupações e as tendências da Indústria, e o Laboratório moderno é, assim, através das suas máquinas e dos seus processos de ensaio, do seu ritmo de trabalho e da sua orientação dentro da indústria nacional, o verdadeiro espelho do estado de desenvolvimento industrial dos povos.

Hoje, como sempre, o técnico consciente procura realizar a construção *mais barato e melhor* e só dispõe de dois processos para o conseguir:

1) conhecer bem as características mecânicas dos materiais;
2) utilizar métodos de cálculo que permitam a exploração mais feliz dessas características.

Mas é inegável que, como diz Cacquot, se com o segundo processo conseguimos economizar, única e simplesmente, uma pequena fracção da massa duma ponte, dum transatlântico ou dum avião, por exemplo, só com o primeiro se conseguem ganhar fracções consideráveis porque só êle nos indica quais os materiais a empregar e como devem ser empregados.

Um exemplo flagrante na construção naval: O cruzador alemão «Deutschland», utilizando a soldadura em vez da rebitagem;

Um exemplo flagrante na construção civil: O estudo granulométrico aplicado aos betões.

Quando lemos num jornal desportivo ou noticioso, ou quando vemos num filme de actualidades as experiências com um tipo novo de avião ou a tentativa de um récord de velocidade, por exemplo, esquecemos sempre o papel preponderante que o Laboratório de Ensaios teve em tal feito: a coragem intemerata dum homem não seria suficiente para trazer um «Espirit of St. Louis» da América do Norte a Paris se atrás dela não estivessem dezenas e dezenas de anos de trabalhos intensos de investigação laboratorial.

Quer os caças quer os grandes bombardei-

ros, europeus ou americanos, atingem a sua enorme velocidade e têm a sua eficiência notável à custa dos Laboratórios de Ensaios; foram êstes quem lhes economizou o pêso pelo emprêgo de materiais da melhor qualidade e são quem continua a procurar os novos materiais que lhes sejam mais próprios; são quem lhes consegue, ainda essa máxima economia através do emprêgo dos materiais roçando audaciosamente os limites da segurança, o que neste caso porque há vidas em perigo e missões graves a cumprir, atinge uma excepcional importância.

O homem não se satisfaz com os progressos contínuos da técnica e exige velocidades maiores a que não são estranhos os 1.000 km/h...

E é de novo o Laboratório de Ensaios quem vem estudar mais êste desequilíbrio às leis naturais das coisas: os efeitos alternativos provenientes da relação *máquinas potentes — estruturas leves* — leva o investigador a sair fora dos ensaios vulgares, e hoje os principais laboratórios mundiais examinam aviões inteiros e construções completas, bem como as suas partes componentes.

Quer em aviões, quer em pontes ou em outras construções, obrigam-se a determinar não só as oscilações próprias das diversas peças constituintes, mas ainda a sua curva de ressonância, de modo que do traçado destas curvas se possa ver se se trata de oscilações mais ou menos amortecidas e sob que forma se prosseguem as oscilações próprias às diferentes freqüências.

Se não fôsse o Laboratório de Ensaios o *factor* perigo na Aviação, por exemplo, seria apavorante: essas freqüências poderiam ser perigosíssimas quer para aviões inteiros, quer para os seus planos de suporte ou de direcção; os pilotos de bordo não poderiam ter confiança nos seus compassos, nos seus manómetros, nos seus T. S. F., e os mecânicos não olhariam com tranqüilidade as tubuladuras de óleo, os cabos, os fios eléctricos, etc.

De entrada tôdas as falsas indicações dadas pelos aparelhos orientadores, por exemplo, eram atribuidas à sua *má qualidade* e é o laboratório quem vem pôr o caso no seu devido pé: tôdas essas agulhas e tôdas essas alavancas têm a mesma freqüência própria que os seus órgãos de fixação e isto traz-lhes uma sobre-carga de trabalho que leva à ruptura ou provoca medidas erradas.

E não há Laboratório de Ensaios, hoje em dia, que não tenha tôda a aparelhagem necessária para esta gama extensíssima dos ensaios dinâmicos e que vão desde as *mesas vibrantes,* passando pelas *máquinas de esforços alternantes,* até às *máquinas equilibradoras* que se destinam a compensar tôda a produção de oscilações causadas pelas massas rotativas dos motores nos maciços de fundação ou pelas massas rotativas das élices num barco ou num avião.

*
* *

Não sou dos que julgam que pelo facto de se montarem laboratórios importantíssimos onde se encontrasse a melhor aparelhagem, traduzida numa despêsa de milhares e de milhares de contos, ficava resolvido de vez o problema da investigação científica em Portugal; antes pelo contrário, defendo até, dado o nosso reduzido orçamento e a necessidade, hoje mais do que nunca imperiosa, de desviar grandes verbas em prol da defesa nacional e da solução criteriosa de muitos problemas internos, no Continente e nas Colónias, a ideia mais racional de completar o existente, de evitar repetições inúteis de material, de escalonar as investigações de cada Centro de modo a não haver dispersão de trabalho útil, e de atender a que o papel dêsses laboratórios será preponderante na economia, no progresso e na defesa da Nação, se dêles se tirar o máximo rendimento que possam fornecer: ensaios de contrôle, estudos de investigação e trabalhos de ensino.

Julgo não errar afirmando que é dentro dêste critério que o desenvolvimento da Ciência experimental, entre nós, deve ser fomentado moral e materialmente facilitando aos novos, e em especial aos estudantes das escolas superiores, tôda a possibilidade de interferência para estudo no campo da investigação, onde o seu entusiasmo e a sua avidez natural de novas ideias técnicas, por não estarem ainda materializados pela burocracia da vida, permitirá criar, no nosso meio, ambiente próprio e seguro ao desenvolvimento da experimentação.

Já escrevi um dia: muitos dizem que, entre nós, a investigação científica nunca passará de

uma utopia, de um castelo no ar, visto que o Estado não protege, porque não quere ou não pode, as entidades que resolvam meter ombros a tal empreendimento; e, dêste modo, os nossos Laboratórios só poderão fazer tabalhos de contrôle; eu julgo que o Estado modificaria a sua atitude no dia em que lhe apresentassem uma série de trabalhos, pequena ou grande, que traduzisse honestamente esta ideia: fizemos *isto* com o quási nada que tínhamos o que mostra que *muito mais* faríamos se mais tivessemos. Claro que, junta a esta afirmação, procuraríamos que a palavra «Sacrifício» perdesse *de vez* os foros que possue de instituïção nacional...

*
* *

Como disse de princípio as modificações na vida do homem têm surgido duma maneira descontínua, o que acarreta em seguida a um período evolutivo uma espécie de paragem caracterizada só pelo aperfeiçoamento, embora ligeiro, dos métodos industriais; e se se tem de considerar tais factos como estabelecendo uma lei geral é justo pensar que, mesmo em face da Guerra actual, haja uma paragem da vida material do homem e então talvez os Laboratórios de Ensaios de Materiais possam apresentar, daqui para o futuro, uma deminuição no seu progresso.

Duvido, porém, que tal aconteça; o homem pretende hoje, como pretendeu sempre, dominar a natureza e como disse Bacon, só o consegue sabendo obedecer às suas leis; ora estas leis só a investigação científica lhas pode desvendar e porque, no seu egoismo vaidoso, o homem não pára as suas ambições, essa investigação caminhará sempre num *crescendo* impressionante.

*
* *

Esta *Engenharia* que foquei, a par e passo da minha exposição, não é teórica nem utópica, antes sim uma *Engenharia* real onde se devem estribar os principais problemas técnicos da Nação; é, na verdade, a *Engenharia* dos novos, e porque dêstes é a hora presente será verdadeiramente a *Engenharia* de Portugal.

Eu sei que ainda há entre nós, aqui e além, uma ou outra *Engenharia* burocratizada que achando-se com direitos insofismáveis e indiscutíveis (?) de viver no nosso País se nega, em absoluto, a viver para Êle; claro que essa *Engenharia* — hoje já rara, felizmente — reage de modo compreensível quando pretendemos perturbá-la.

Julgo que um só caminho se nos oferece, franco e leal: a luta sem quartel, cerrada e firme, pelo estudo, pela perseverança e pela vontade, até que novos critérios, sempre baseados nos mais sãos princípios científicos, imperem como devem imperar.

E aos que me observarem que com esta afirmação lanço um verdadeiro grito de revolta, responderei na inteira calma duma consciência que se não dobra:

— *De revolta? Tanto melhor.*

Para alguma coisa a Revolução continua.

Algumas considerações sôbre a moderna orientação do Ensino da Hidráulica

Conferência realizada no Instituto Superior Técnico, pelo Eng. Civil
(I. S. T.) ALBERTO ABECASIS MANZANARES
ANTIGO BOLSEIRO DO I. A. C.

Talvez seja uma pretensão demasiado grande, tentar esboçar um esquema sôbre qual deveria ser o método de ensino da Hidráulica, mas supondo conhecer qual a mentalidade do nosso estudante e a índole do nosso ensino, assim como as nossas necessidades, e tendo tido ocasião de estar em contacto durante dois anos com aquilo que deve hoje existir na Europa de mais adiantado no referido ensino, creio que faltaria ao meu dever, se não tentasse, ao menos, fazer algumas observações ou trazer a público algumas opiniões, bem modestas, a tal respeito.

Antes de mais nada devo dizer que creio perfectível aquilo que observei lá fora e que não me limitarei a emitir opiniões baseado ùnicamente naquilo que observei, mas que procurarei ter em conta as condições próprias do ambiente português e o carácter psicológico especial do nosso aluno.

Não creio que o aluno português seja, quer como inteligência, quer como memória ou qualidades de trabalho, inferior ao estrangeiro. Atrevo-me, mesmo a dizer, que temos com certeza possibilidade de apresentar formações intelectuais capazes de superar o que se possa encontrar de bom lá fora. É tudo uma questão de orientação e de não abandonar o indivíduo a si próprio, ou ainda peor prejudicá-lo com um ensino mal dirigido.

O nosso estudante médio sofre em geral de um defeito, a idea da supremacia da memória sôbre a inteligência, idea formada pelo ensino liceal e muitas vezes corroborada pelo ensino superior. Assim, êle limita-se em geral, ou ainda mais, procura, se fôr bom aluno, fixar uma série de elementos, noções ou fórmulas, muitas vezes não compreendidas, mas que podem ser úteis no exame. Deduz-se de aqui que a sua preparação não é progressiva, mas sim repentina. Um estudo inteligente exige um acompanhamento constante da matéria e um esclarecimento de tôda ou qualquer dúvida antes de passar adiante; um estudo ùnicamente de memória pode ser feito 10 ou 12 dias antes do exame e faz que o aluno leve a êste frescas tôdas as matérias. O indivíduo que aplicou o primeiro método poderá, no exame, não resolver imediatamente uma questão, mas depressa se deduz, da forma como êle encarou o problema, que o seu intelecto ficou identificado com a matéria estudada. O segundo dará uma resposta rápida a tôda questão que lhe seja posta dentro da matéria estudada, mas passados um ou dois meses nada lhe ficará das noções fixadas. O subconsciente do primeiro assimilou, o do segundo não.

O método existente dos exames de freqüência, exames dirigidos, com honrosas excepções, à memória, deve ter muita culpa dêste estado de coisas, pelo menos nos cursos superiores. Com efeito o aluno vê-se obrigado a fazer um elevado número de exames por ano e, como é natural, nos dias mais próximos de um exame determinado, abandona tôdas as outras matérias, com o temor de não ficar bem preparado. Isto dá lugar à divisão do ano lectivo numa série de pequenos períodos, 10 ou 15 dias, nos quais se estuda uma única matéria com exclusão das outras. Fica assim excluída, à priori, a continuidade necessária a um estudo inteligente. Creio também ser inconveniente

a não existência de um exame final, que permitisse ao aluno uma visão de conjunto e harmònicamente ligada da matéria que estudou.

O nosso aluno de engenharia carece também, muita vez, de uma formação geométrica e conseqüentemente da facilidade de visão e de raciocínio. É-lhe difícil resolver os problemas que ultrapassam o quadro normal dos exercícios por êle conhecidos, e isto não por falta de inteligência, mas por falta de prática ou de hábito, devido ao seu ensino. nunca ter sido, em geral, endereçado nesse sentido. Segue-se que saberá resolver magnìficamente um problema conhecido, mas ser-lhe-á muito difícil abordar com êxito imediato um problema novo, que é o caso que se lhe ha-de apresentar normalmente na sua vida profissional.

Outro defeito essencial do nosso ensino é o abuso de apontamentos. O aluno não dispõe de livros de estudo. O professor limita-se a leccionar na aula, e o aluno vê-se obrigado a tirar apontamentos. Resultado: o aluno passa a aula a escrever, frenèticamente, apontamentos que muitas vezes resultam incompletos e que o fazem perder um tempo precioso para esclarecê-los ou completá-los. A aula foi perdida como leccionação, tendo sido uma simples aula de rápido ditado, visto que o aluno não pode prestar atenção intelectual às palavras do professor. O seu ouvido está atento e ouve, mas não acontece o mesmo ao seu cérebro. O aluno devia já ter lido em casa a lição que o professor vai dar, de maneira a saber as dúvidas que sôbre ela tem e a poder esclarece-las, quer ouvindo o professor, quer pedindo-lhe os esclarecimentos necessários. O professor deveria publicar um livro com as lições que vai dar ou, pelo menos, se aquilo lhe é impossível, indicar um que os alunos pudessem seguir. Bem sei que existem as sebentas, mas não é a mesma coisa. Sei também tôdas as objecções que me vão levantar, mas estou convencido que com um pouco de boa vontade era possível conseguir tal objectivo, na maior parte das cadeiras, com a incalculável vantagem que isso traria.

O aluno português estuda em geral bem aquilo que lhe interessa, ou que o professor sabe ensinar de maneira interessante. A mesma matéria pode dar lugar a aulas cheias de interêsse ou a aulas sem nenhum atractivo. É necessário compreender que o ensino destinado a aplicação técnica, deve, sem descuidar a sua importância teórica e a necessidade de uma boa exposição científica, basear-se em casos concretos, tirados da realidade ou mostrar qual é a necessidade das abstracções realizadas. Neste ponto reside tôda a importância da relação homogénea e coordenada entre a teoria e a prática, de maneira a não deixar passar nenhum capítulo teórico, sem mostrar imediatamente qual a sua necessidade e a sua aplicação prática. A aula teórica serve para inculcar no aluno a compreensão científica da matéria, mas a aula prática o inicia nos princípios da aplicação e é só ao fim de um certo número de exercícios que as questões passam no subconsciente, criando uma mentalidade própria para as futuras aplicações. O que interessa principalmente é resolver ràpidamente as questões que se possam apresentar e ter uma espécie de intuïção ou familiaridade com a técnica em questão. O professor e o assistente devem estar sempre em contacto e deve ser o primeiro que dê as indicações ou directivas sôbre o funcionamento da aula prática, quando não a acompanhe êle próprio, o que seria sempre para desejar.

Deve ser também necessário rejuvenescer, por assim dizer, o ensino, isto é, fazer compreender ao aluno que o professor não é um ente longínquo e inabordável, que faz as suas lições na aula e do qual se conhecem os exames mais ou menos rigorosos, mas, é sim uma pessoa destinada não sòmente a leccionar, mas a animar, formar e esclarecer o espírito dos rapazes e ao qual êles têm, não o direito, mas o dever de consultar, em casos de dúvida, exigindo uma compreensão e acompanhamento contínuos. Bem sei que o professor deveria, para isso, ter uma verdadeira vocação e viver para o seu ensino, tendo tanto mais prazer quanto mais progredirem os indivíduos que tem ao seu cargo.

E é necessário, ainda, manter sempre jóvem o ensino, no sentido de não se deixar atrasar, acompanhando sempre, passo a passo, os avanços da técnica e da ciência de maneira que o ensino seja sempre actual. O professor não deve cristalizar no momento em que toma posse da sua cátedra. Isto exige um verdadeiro esfôrço contínuo e trabalhoso, mas êle não

custa a quem tem verdadeiramente interêsse pelo ramo da técnica que professa.

* * *

Examinemos agora o que se pretende ao formar um engenheiro em Portugal e em particular um engenheiro civil. Poderia emitir a minha opinião sôbre a generalidade do curso, mas prefiro limitar-me ao ramo que me interessa.

São as necessidades próprias do nosso ambiente que devemos ter em conta mais atentamente. Devido às necessidades ainda limitadas da nação, à não existência duma especialização demasiado acentuada na profissão de engenheiro e principalmente ao facto da existência das colónias que exigem um técnico capaz de resolver as mais variadas questões, o nosso engenheiro na sua maior parte não se dedica a uma técnica especializada mas abrange quási todos os ramos da engenharia civil, embora não trabalhe em nenhum dêles muito profundamente. Isto aconselha a existência no nosso país do tipo de curso actualmente existente, pondo de parte a demasiada especialização, ou separação em três ramos (Engenharia Hidráulica, de Pontes e Calçadas e de Construção Civil). Um tal engenheiro especializado não serviria para as nossas necessidades médias ou coloniais. O que deve ser necessário, deve ser fornecer ao engenheiro uma compreensão mais exacta de qual é o seu papel na política económica e social e na prosperidade da Nação, quere dizer, dar-lhe uma maior formação extra-científica.

Mas não devemos, por outra parte, esquecer alguns factos importantes; primeiro: a necessidade de facilitar a indivíduos de excelentes qualidades e dotados de determinadas vocações a possibilidade dé especializar-se, quer como satisfação da sua necessidade de cultura, quer como correspondente benefício reportado à Nação e à ciência por pessoas capazes de um maior desenvolvimento que o normal; segundo: a existência de um certo número de organismos especializados, quer no Estado, quer fora dêle, que pelas suas maiores responsabilidades, exigem a presença de indivíduos dotados de conhecimentos superiores ao normal num determinado ramo da técnica e, portanto, de uma determinada especialização; terceiro: a necessidade de formar um corpo de assistentes e professores, por não dizer ainda de investigadores e de pessoas capazes de efectuar trabalhos laboratoriais, que formem um património que se me afigura indispensável numa Nação moderna. Competências existem, o necessário é explorá-las.

A estes três factos poder-se-ão opor algumas objecções que eu quási conheço. Assim ao primeiro objectar-se-á que tais indivíduos poderão encontrar no estrangeiro, quer por conta própria, quer como bolseiros de estudo, as possibilidades de aperfeiçoamento que não encontram no país. Responderei, não é lógico nem justo para uma Nação que se preza, estar a enviar continuamente ao estrangeiro indivíduos cujas necessidades poderiam ser satisfeitas no próprio território, além de que para muitos tal possibilidade não existiria. À segunda categoria seria objectado que a especialização pode efectuar-se nos próprios organismos que dela precisam; mas todos nós sabemos, o que isso representa de tempo perdido, mesmo quando se consegue por um esfôrço extremo de vontade atingir essa especialização, o que nem sempre se dá por falta duma orientação conveniente, por própria negligência e por muitos outros factores. Ao terceiro opor-se-á um argumento idêntico ao oposto ao primeiro e dir-se-á ainda, qual a necessidade de possuir laboratórios técnicos ou de investigação. A isso oporei que, pelo menos, no ramo da Hidráulica não deve nem pode conscientemente hoje em dia fazer-se nenhuma obra de uma certa importância sem recorrer a ensaios laboratoriais, que redundam quási sempre em sensíveis economias. Estes ensaios mandados fazer ao estrangeiro, custam caros, mesmo muito caros, e não há a possibilidade de acompanhá-los como aconteceria no caso da existência de um laboratório Nacional. Além disso o laboratório é indispensável como colaborador do ensino, colaborador útil no mais alto grau, e, na parte referente à investigação, já é hora que o nosso país, não inferior aos outros em qualidades de inteligência, forneça a sua parte de trabalho que nenhum outro recusa, o que aliás também teria o efeito de uma boa propaganda. Uma escola vive e tem a fama que os seus laboratórios lhe fazem e lhe divulgam.

Como pôr de acôrdo, então, a existência necessária de um curso sem especialização com a necessidade da existência de um certo número de indivíduos especializados? É esta questão que vou tentar resolver, ao esboçar um esquema racional do ensino da Hidráulica. Referir-me-ei sòmente ao citado ramo de técnica, porém, eu creio que seria possível encontrar soluções semelhantes para os outros ramos. Deveremos advertir, que pelo menos em relação ao Instituto Superior Técnico, o assunto é facilitado pela existência de um magnífico curso geral na citada escola. Com efeito tal curso geral, talvez superabundante em relação às necessidades do engenheiro médio, é indispensável para a formação de um indivíduo especializado, que sem a sua existência, ver-se-ia obrigado a um árduo ou quási impossível trabalho de preparação matemática autodidática. Devo congratular-me por ter encontrado sempre, que a nossa preparação geral e teórica, quer física, quer matemática, é superior à das escolas estrangeiras e se a nossa especialidade estivesse à altura do curso geral, não poderíamos deixar de nos orgulhar de possuir uma das melhores escolas da Europa. Espero que tal facto ainda seja realidade um dia, visto a elevação do nível do ensino que se vai lentamente verificando.

* * *

Tendo já observado o ambiente particular do nosso país, vejamos qual o estado actual da Hidráulica e das suas divisões e maneira de encará-la.

Devemos considerar em primeiro lugar a Hidráulica puramente teórica ou geral, base indispensável para o estudo e aplicação de todos os outros ramos da mesma técnica. A seguir podemos considerar os seguintes ramos:

Máquinas Hidráulicas.

Hidráulica Urbana (Abastecimento de Águas e Esgotos).

Hidráulica Agrícola (Irrigação e Saneamento).

Hidráulica Fluvial (Correcções de torrentes e rios. Navegação Interna).

Aproveitamentos Hidráulicos.

Trabalhos Marítimos.

Podíamos ainda ter considerado como ramos separados: a Hidrometria e técnica de laboratório, que consideraremos como um capítulo da Hidráulica Geral e por outra parte a Climatologia e Hidrologia, que consideraremos como fazendo parte dos ramos aos quais ela se aplica.

Examinemos primeiramente o papel que cada um dêstes ramos tem na engenharia e a sua necessidade ou não, para depois passar a examinar as suas características particulares e a melhor maneira de efectuar o seu ensino.

Agrupando os diversos ramos por analogias técnicas e de ensino, podemos considerar num primeiro grupo a Hidráulica Geral e as Máquinas Hidráulicas. O ensino dêstes ramos é indispensável mesmo ao engenheiro que não tende a especializar-se. O mesmo podemos dizer do segundo ramo compreendendo a Hidráulica Agrícola e Urbana, pois encerra uma série de problemas da mais corrente e vulgar aplicação. Quanto ao terceiro grupo formado pela Hidráulica Fluvial e pelos Aproveitamentos Hidroeléctricos, êle interessa principalmente aos especialistas e a todo aquele que na sua vida prática queira dedicar-se ao ramo da Hidráulica. O seu estudo deveria ser obrigatório para todos os que pretendessem ingressar em certos organismos especializados do Estado. Mas por outra parte não é justo, a não ser a título de cultura geral, e, mesmo nesse caso com muito menor extensão, obrigar todo o engenheiro a estudar êste grupo. Apesar disso, tendo em conta o ambiente especial do nosso país, talvez não fôsse êrro tornar obrigatório o seu ensino. O que é, porém, incompreensível é que êste grupo de ensino, não exista nem sob a forma de uma cadeira voluntária, para os alunos de engenharia civil.

Resta ainda o problema da especialização. É evidente que todos estes ramos ou grupos anteriores quando pedagògicamente ensinados já formam uma base muito razoável para todo o aluno que queira dedicar-se à Hidráulica. Mas devemos ter em conta dois factos. O primeiro é que nem o tempo, nem a necessária consideração por aqueles futuros engenheiros a quem o ramo não interessa essencialmente, permite fazer no decurso normal do ensino uma profunda especialização dêste. O segundo, que eu creio o mais importante, é o facto de

que, nos anos em que as cadeiras anteriores são estudadas existem, no mínimo, 4 cadeiras mais, pertencentes a ramos diferentes, que impedem que o aluno concentre a sua atenção num determinado ramo, sem prejudicar os resultados, também importantes a conseguir nas outras cadeiras. Dá-se automàticamente um equilíbrio de fôrças que impede a especialização. Todo o ramo da técnica, para ser bem aprofundado, exige, posteriormente aos conhecimentos gerais que lhe servem de base, um estudo mais ou menos longo, mas sempre exclusivo. Acho, por isso, que nestes casos o exemplo dos seminários, em que o aluno é considerado como aluno interno do laboratório, ou dos cursos de aperfeiçoamento, é um exemplo digno de atenção.

O aluno que quisesse especializar-se em Hidráulica poderia inscrever-se posteriormente ao seu curso, durante um ano num curso de aperfeiçoamento, quer dedicando-se a êle exclusivamente, quer trabalhando já simultâneamente, na vida profissional. Não creio que êste último fôsse prejudicá-lo, antes bem deveria ser vantajoso, visto que o engenheiro desejoso de especializar-se em Hidráulica, trabalharia com certeza nesse ramo da técnica na sua vida profissional. Certos organismos do Estado, nos quais é indispensável a presença de engenheiros especializados em Hidráulica, poderiam mesmo facilitar essa colaboração.

Vejamos, agora, em particular qual o método de ensino que julgo de adopção mais conveniente em face do estado actual da Hidráulica e das conclusões tiradas do meu estágio:

Hidráulica Geral e Máquinas Hidráulicas

A Hidráulica Geral, ciência em pleno desenvolvimento, pode dizer-se que tem evoluído consideràvelmente nestes últimos anos. Faz vinte a vinte e cinco anos, a Hidráulica, a-pesar das tentativas de Reynolds e de Boussinesq, por não citar senão as mais importantes, era uma ciência completamente empírica e ainda pior, de um empirismo ao qual muita vez faltava a lógica. Existia, é verdade, a Hidrodinâmica pura, baseada na consideração do líquido perfeito, mas que melhor se poderia classificar entre as ciências matemáticas do que entre as ciências físicas, visto que a sua contribuïção para a resolução dos problemas da Hidráulica, baseados quási todos na consideração do líquido real, possuindo viscosidade, era quási nula. Existiam também uma série de teorias, excelentes algumas, como a de Allievi, para resolver alguns problemas particulares. Faltava contudo a verdadeira concepção da Hidráulica como ciência física, com bases científicas e teóricas, utilizando o empirismo como auxiliar, empregado sempre dentro dos domínios da lógica. Não se pode dizer, talvez, que hoje em dia o problema esteja completamente resolvido, mas, pelo menos, foi já pôsto com clareza e já se efectuou uma grande marcha nesse sentido. Dizia um dos hidráulicos com quem falei, que a Hidráulica evoluiu quási completamente num período de 10 anos, e quem observar atentamente estes últimos 10 anos terá a plena consciência disso. Causas motivantes desta evolução, podemos discerni-las: na grande importância dada em todo o mundo ao laboratório como método de investigação científica; a uma maior compreensão do papel da física no estudo desta ciência; na possibilidade de estudos em modêlo reduzido, aplicando a similitude ou semelhança; na introdução da análise dimensional ou cálculo das dimensões para a discussão de um certo número de problemas; na importância cada vez maior das suas aplicações quer sob o ponto de vista social quer económico, e, talvez ainda, à sorte de se terem interessado por esta ciência pessoas de indiscutível superioridade intelectual.

Outro factor também determinante, e não pouco, desta evolução, é o permanente intercâmbio entre os centros de investigação dedicados a esta especialidade e a freqüência de publicações que lhe dizem respeito.

* * *

No ensino da Hidráulica devemos marcar como noções fundamentais:

1.º — Evitar a complicação e abstracção desnecessária, fornecendo ao aluno imagens claras e exemplos práticos da teoria ensinada.

2.º — Fazer um grande uso do laboratório, procurando, se possível fôr, fazer

acompanhar passo a passo o estudo dos fenómenos sob o ponto de vista teórico com a sua exemplificação laboratorial.

3.º — Evitar no aluno a falsa idea de que a Hidráulica é ainda uma ciência quási totalmente empírica e fazê-lo raciocinar sôbre os pontos em que é necessária a experiência e a orientação lógica e científica para executá-la, baseando-se, por exemplo, na análise dimensional.

4.º — Acompanhar harmònicamente, na aula prática, o desenvolvimento fornecido na aula teórica, fazendo resolver ao aluno o maior número possível de casos, tirados da realidade e aplicando a teoria, mas de maneira que não se trate de uma simples aplicação de teoremas ou fórmulas, mas sim de problemas exigindo esforços de raciocínio.

Tendo em conta os factos anteriores a Hidráulica deveria começar por estudar as propriedades dos fluídos, fazendo menção especial da viscosidade e da sua influência. Efectuar-se-ia a seguir o estudo da parte pròpriamente teórica: Hidrostática e Hidrodinâmica, utilizando o mais possível o cálculo vectorial, seguindo também o método das linhas de corrente e sobretudo fazendo compreender ao aluno em que casos êle é aplicável e em que casos cai em defecto para ser substituída pela Hidráulica.

Estudar-se-iam as equações globais da Hidráulica, deduzidas do modo mais amplo possível e evitando no espírito do aluno confusões lamentáveis.

Entrando no campo da Hidráulica pròpriamente dita, deveria começar-se por estudar as correntes em pressão, esclarecendo as noções de carga piezométrica e total, e as diferenças entre o regime viscoso e turbulento ou hidráulico. Estudado o primeiro a partir das equações de Navier e Poisseuille, recorrer-se-ia à análise dimensional para estabelecer as condições a que obedece o movimento turbulento no seu conjunto, introduzindo a noção de «número de Reynolds». Utilizando as experiências (guiados pela citada análise dimensional) mais recentes: de Nikuradse, Blasius, Karman e Prandtl, estabelecer-se-iam diversas condições de escoamento e fórmulas lógicas, com a sua aplicação. Procurar-se-ia esclarecer o papel da rugosidade, estudando a seguir as fórmulas práticas. Não se acabaria êste capítulo sem dar uma ligeira ideia sôbre a teoria do estrato ou camada limite de Prandtl e sôbre as modernas ideias sôbre a turbulência, como aplicação da estatística.

Tratar-se-iam a seguir alguns problemas que podem aparecer na prática, relacionados com o regime uniforme ou o regime permanente nas canalizações. Outra série de problemas, deixar-se-iam para ocupar lugar próprio ao tratar do abastecimento de água.

Ao tratar do regime variado nas canalizações, procurar-se-ia, da maneira mais simples possível, mas sem prejudicar a clareza e complexidade do assunto, tratar do golpe de ariete e das chaminés de equilíbrio. Um estudo mais detalhado destas questões deveria ser deixado para a cadeira de Aproveitamentos Hidráulicos.

Todo o estudo das correntes em superfície livre deveria ser feito utilizando a teoria da linha de energia, e, quando se tornasse necessário, da linha da quantidade de movimento total. É esta a maneira mais clara e simples de introduzir no cérebro uma noção exacta e generalizável do escoamento em superfície livre. No movimento uniforme além da parte pròpriamente destinada às resistências opostas ao escoamento, estudar-se-ia a classificação de movimentos, definindo as condições críticas: caudal, altura e inclinação. Far-se-ia o estudo da superfície geral F (H,h,Q) e utilizando esta superfície e as noções definidas, estudar-se-ia o problema do regolfo nas suas diversas formas e de uma maneira geral. O estudo e discussão dêstes assuntos deveria ser sempre feito a partir da linha de energia. A partir da mesma linha estudar-se-iam as singularidades que podem apresentar os escoamentos em superfície livre e recorrer-se-ia ao auxílio da linha da quantidade de movimento total para explicar o ressalto, fenómeno sôbre o qual deveria incidir particular atenção.

O estudo do movimento variado em superfície livre, impossível de abranger na sua totalidade, pois só por si poderia dar ori-

gem a importantes cursos, deveria ter como fim principal esclarecer a atenção do aluno sôbre os diversos tipos de ondas que se podem apresentar, com as suas características e propriedades particulares, assim como com os casos que aparecem na prática, fornecendo-lhe uma indicação suficiente mas não absorvente sôbre as maneiras de encarar o seu estudo, e, sobretudo, fornecendo indicações técnicas e bibliográficas.

A questão das indicações sôbre artigos e publicações, assim como livros estudando determinados assuntos em particular, é uma das mais importantes que se apresentam ao professor, que deveria usar de tôda a sua prudência e conhecimento para evitar o citar autores atrazados ou pouco claros, procurando sobretudo não introduzir a confusão no espírito do aluno, ainda não habituado a separar o útil do inútil.

O estudo do movimento das águas subterrâneas, na parte referente aos terrenos permeáveis em pequeno, deveria ser feito seguindo os moldes clássicos, mas não esquecendo aplicar o mais possível a teoria dos movimentos equipotenciais e linhas de corrente, assim como o princípio da reciprocidade. Um estudo mais detalhado seria feito na cadeira de Hidráulica Urbana e Agrícola ao tratar da captação das águas.

A parte teórica da Hidráulica fecharia pelo estudo da resistência hidrodinâmica, pondo bem em claro as teorias existentes a uma, duas ou três dimensões, com as respectivas vantagens e inconvenientes, dando uma ideia sôbre a moderna mecânica dos fluidos.

O estudo do problema do transporte de material sólido pelas correntes deveria deixar-se para a Hidráulica Fluvial.

Antes de passar à segunda parte: Máquinas Hidráulicas, é necessário fazer menção de dois capítulos muito importantes, que deveriam estudar-se na aula prática e no laboratório. Refiro-me à Técnica de laboratório e teoria da semelhança e à Hidrometria.

Estes dois capítulos deveriam e são em geral reservados para a aula prática, não só para poder deixar mais tempo livre à teoria, tempo necessário para poder englobar num único ano matérias tão vastas, como ainda e principalmente porque na aula prática e no laboratório, está o seu verdadeiro lugar com a demonstração imediata e aplicação por parte do próprio aluno dos ensinamentos adquiridos.

No estudo da Hidrometria é absurdo fornecer descrições teóricas dos aparelhos, perdendo tempo na explicação abstracta do seu funcionamento, quando o melhor método é familiarizar o próprio aluno com o manejo dos diversos instrumentos empregados. Deverá, por esta razão, possuir o laboratório ou a cadeira uma série de aparelhos dos diversos tipos que aparecem na prática, com os quais os próprios alunos sob a direcção do Professor e Assistente se habituariam a trabalhar. Uma coisa que deveria ter-se sempre presente, é a necessidade de inculcar no espírito do aluno, qual o campo de aplicação de um aparelho determinado e qual a sua precisão relativa, para que em cada caso, êle esteja sempre apto a escolher o instrumento mais apropriado ao fim em vista.

As mesmas considerações poderiam ser repetidas a propósito do estudo da técnica de laboratório e dos ensaios sôbre modêlo reduzido.

* * *

Considerando a segunda parte da cadeira correspondente às Máquinas Hidráulicas, e tendo em conta que faço referência à engenharia civil, entendo ser inútil e mesmo supérfluo dar noções muito detalhadas sôbre os aspectos mecânicos. O que mais interessa ao engenheiro civil ou hidráulico é compreender bem quais as circunstâncias que presidem à escolha e funcionamento dos diversos tipos de máquinas e a sua relação com as restantes características do conjunto da obra projectada. Não lhe servirá de nada saber exactamente calcular ou desenhar a aba de uma turbina Francis, por exemplo, se não souber em que casos ela se emprega, quais as características do seu funcionamento e a sua ligação com os outros elementos, regime hidrológico, por exemplo, que entram no conjunto do projecto. Deveriam fornecer-se tôdas as indicações, de natureza mecânica ou construtiva, que lhe sirvam para melhor compreender aqueles pontos fundamentais e insistir sôbre êles. O mais é sobrecarregar o cérebro do aluno com coisas inúteis, desnecessárias e que ràpidamento esquecerá.

É nesta ordem de ideias que se deveria proceder ao ensino das Máquinas Hidráulicas. Atenção especial deverá ser dada ao estudo das turbinas hidráulicas, estudo a completar na cadeira de Instalações Hidroeléctricas ou Aproveitamentos Hidráulicos, e das bombas centrífugas.

O aluno deveria ficar bem esclarecido sôbre a série de fenómenos hidráulicos que se sucedem nas máquinas hidráulicas e do seu interêsse respectivo. Uma grande importância deveria ser dada, no estudo das turbinas, ao funcionamento em regime variável e às condições de semelhança, frisando a importância dos ensaios sôbre modêlo reduzido.

Hidráulica agrícola e urbana

Para poder discutir qual o ensino a fornecer na cadeira de Hidráulica Agrícola é necessário observar atentamente que é o que se pretende do engenheiro civil neste campo da sua actividade e qual o papel que êle desempenha.

Na Hidráulica Agrícola, observada do ponto de vista restrito da engenharia civil, isto é, não tendo em conta os problemas do comportamento da água nos diversos terrenos, da sua carência e do quantitativo necessário, nível conveniente do lençol freático nas diversas épocas e diversas culturas, etc., elementos que creio pertencer ao engenheiro agrónomo, e pondo ainda de parte os problemas de regularização de torrentes e defesa contra as cheias que pertencem ao domínio da Hidráulica Fluvial, apresentam-se dois problemas essenciais: o da irrigação e o do saneamento dos terrenos (a «bonifica» italiana que nós poderíamos traduzir por «beneficiação»), problemas análogos aos que apresenta a Hidráulica Urbana: Abastecimentos de Água e Esgotos.

Supondo já estabelecido o quantitativo necessário de água na irrigação ou no abastecimento de água, quantitativo a estabelecer no primeiro caso pelo engenheiro agrónomo e no segundo pelo próprio engenheiro civil, que estudará êsse assunto num capítulo especial, uma questão comum aparece nos dois problemas: a questão da obtenção dessa água; essa questão comum deve a Hidrologia resolvê-la.

Um problema comum semelhante aparece na beneficiação dos terrenos e nos esgotos; êsse problema é o da determinação do quantitativo de água a escoar. Êsse problema pertence também ao domínio da Hidrologia e é quási todo êle, exceptuando a determinação dos níveis convenientes da camada freática para as diversas culturas vegetais, do domínio da engenharia civil.

Assim a primeira parte da cadeira de Hidráulica Agrícola e Urbana, seria dedicada à Hidrologia, encarada sob o ponto de vista particular das suas aplicações nestes domínios. Por outra parte a Hidrologia tem também uma importância fundamental como capítulo introdutor ao estudo dos problemas de Hidráulica Fluvial e Aproveitamentos Hidráulicos, que também apresentam bastantes características comuns. Seria inconveniente repetir a parte geral da Hidrologia e por isso, mesmo reservando para introdução daqueles estudos a parte de aplicação hidrológica que lhes é pròpriamente particular, deveria fazer-se neste primeiro capítulo da Hidráulica Agrícola e Urbana o estudo geral da Hidrologia.

Nalguns problemas, como na determinação dos quantitativos de água a escoar, seriam muito úteis os modernos métodos de cálculo, baseados no tempo de escoamento e sobretudo o método de acumulação de volumes, assim como em outros ramos seriam de grande utilidade os métodos baseados no cálculo das probabilidades.

Não é necessário continuar a detalhar pormenorizadamente o estudo em questão; basta dizer que deveria dar-se uma importância especial às condições económicas da questão e ao problema do destino e depuração das águas residuais ou de esgotos. No campo do abastecimento de águas, procurar-se-ia familiarizar o aluno com a prática corrente do problema, nunca perdendo o sentido das proporções, em lugar de fornecer-lhe simples esquemas teóricos. Um papel muito importante deveria ter para êste fim a parte prática do ensino.

Hidráulica fluvial e aproveitamentos hidráulicos

Estes dois ramos, que na orientação actual da técnica, podemos considerar, quási, como constituindo o objecto de um único estudo e

problema, apresentam as questões mais importantes que podem aparecer ao engenheiro que se dedica à Hidráulica. Não constituem êles, em si, uma questão que se ponha a qualquer técnico, mas tratam de assuntos que, em geral, só o especialista deve resolver. Justifica-se a existência de uma cadeira sôbre êste assunto, cadeira que deveria ser estudada no último ano do curso ou num ano especial de aperfeiçoamento; em todo o caso deveria ser exigida obrigatòriamente a todos aqueles que se dedicassem ao serviço de algumas repartições públicas especializadas, como os Serviços Hidráulicos.

Dissemos que aqueles dois ramos constituiam, quási, uma única questão, porque, efectivamente, hoje em dia a tendência da técnica moderna é estudar os dois assuntos em conjunto e ainda em relação com outros problemas, por exemplo de hidráulica agrícola. Não há ramo nenhum da técnica, nesta ou noutras especialidades, onde tanto se possa manifestar o espírito de iniciativa, uma clara inteligência e o desenvolvimento prático de tôdas as qualidades do engenheiro, como neste. São tôdas estas qualidades: iniciativa própria, claro raciocínio, senso comum e perfeita observação dos factos naturais, sabendo tirar dêles as consequências lógicas, que é necessário incutir no espírito do aluno. Não se trata efectivamente, de um ramo da ciência com soluções taxativas e unívocas, mas de problemas onde as soluções possíveis são muitas, das quais algumas podem ser erradas e a maior parte antieconómicas. A base de todo o ensino deve ser constituída pela formação de um profundo espírito de observação, uma ausência obsoluta de preconceitos e uma grande noção da economia da obra e da sua exploração.

A tendência moderna é estudar completamente cada bacia hidrográfica, ainda que as obras sejam feitas gradualmente ou, mesmo, intermitentemente; em todo o caso, devem ser feitas baseando-se num projecto de conjunto já elaborado. Esta deverá ser a orientação a dar ao ensino dêste ramo. Estudar-se-ia primeiramente tudo o que diz respeito a hidrologia das bacias hidrográficas, como seja: regimes, caudais, estiagem, cheias, respectivos diagramas, determinações por métodos empíricos ou estatísticos, linhas indicadoras da possibilidade climática, curvas de duração e freqüência, curvas hipsográficas e hidrodinâmicas, etc., sem descuidar o estudo do caudal sólido e da sua influência, que é uma das questões mais importantes neste campo.

É difícil pormenorizar o ensino tal como deveria ser ministrado nesta cadeira; pode-se, no entanto, dizer que o critério da visão geral do assunto é que deve animar o ensino e as noções a inculcar, frisando bem a importância da interligação dos diversos fins a conseguir no estudo de uma bacia fluvial, sem descuidar, por exemplo, do ponto de vista hidroeléctrico, a questão da interconexão das diversas bacias e dos diferentes tipos de aproveitamento e sob o ponto de vista agrícola ou de navegação as questões sociais e económicas. Raros serão os campos da técnica para os quais seja necessária uma maior formação geral.

O ensino nesta cadeira deveria recorrer muito freqüentemente, por não dizer permanentemente, a projecções de fitas e fotografias, de forma a introduzir no ânimo do aluno a noção do caso concreto, em contraposição à abstracção que um ensino ùnicamente oral forneceria. Deveria também tender-se a dar uma certa elasticidade e largueza de vistas à inteligência do aluno, de maneira que êste se capacite que o elemento principal na resolução dêstes problemas é a sua própria intuïção e capacidade e de que não existem soluções feitas, mas sim uma solução particular para cada caso, sendo tôdas diferentes umas das outras.

Trata-se quando bem ensinada, na minha opinião, duma das mais interessantes cadeiras do curso de engenharia, assim como também duma das mais difíceis, sobretudo na parte referente à Hidráulica Fluvial.

* * *

Tratemos agora dos cursos de aperfeiçoamento que julgo deveriam existir posteriormente ao curso normal. Esta especialização só poderá ser completa no dia em que existir um laboratório de Hidráulica convenientemente instalado. No caso da existência dêste laboratório, a base do ensino de aperfeiçoamento deveria ser constituída por um trabalho experimental, efectuado no laboratório e pelo desenvolvimento de um projecto sôbre tema

(hidroeléctrica, regularização fluvial, projecto de esgotos, etc.) escolhido pelo aluno. Ambos estes trabalhos deveriam ser efectuados sob a directa observação do professor, ou professores, que teriam também o cuidado de indicar quais as leituras e assuntos convenientes para estudo e cuja atenção deveria dedicar-se pessoalmente e em especial a cada perfeccionando.

Os professores deveriam também fornecer, sob a forma de monografias, indicações e ensinamentos sôbre diversas matérias de carácter especial e cuja importância o justificasse, como defesa contra as cheias, golpes de ariete, chaminés de equilíbrio, representação conforme e funções analíticas para estudo dos movimentos equipotenciais, canal venturi, etc. Como o número de alunos nesses cursos deveria, com certeza, ser muito restrito, o assunto das monografias seria escolhido todos os anos, de acôrdo com os desejos e o ramo da Hidráulica no qual os alunos desejassem especializar-se. A colaboração directa do professor e dos assistentes com os alunos seria nestes cursos a maior garantia do êxito.

O aperfeiçoamento poderia ser concluído pela defesa de uma tese correspondente aos dois trabalhos elaborados durante o mesmo e respectiva discussão, que seria o equivalente da defesa para diploma existente no I. S. T.

Lisboa, Junho de 1940.

ASPECTO NOCTURNO DA NOVA AVENIDA MARGINAL

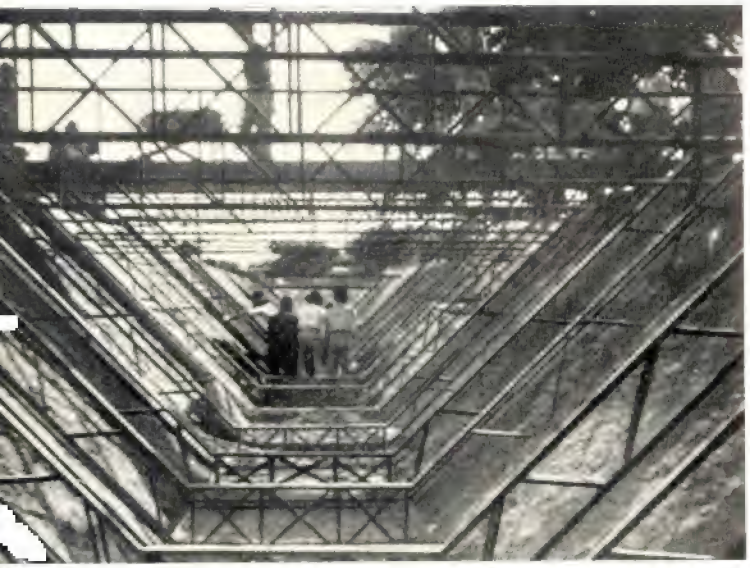
PÔRTO DO FUNCHAL

O TÚNEL SOB O ILHEU DA PONTINHA, NO NOVO MOLHE

OBRAS DE HIDRÁULICA AGRÍCOLA

• ALVEGA

• ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ALVEGA



• PÉGO DO ALTAR

Considerações àcêrca dos mecanismos da hidrólise da Sacarose e do Acetato de Metilo

PELO DR. ARTUR DE SOUSA

Entre as reacções interessantes da cinética química, a hidrólise da sacarose e a do acetato de metilo são sem dúvida as mais clássicas. Com efeito, nestes últimos cem anos, foram feitas numerosas investigações sôbre a inversão da sacarose com resultados muito interessantes. Consultando a bibliografia relativa a estes trabalhos, há, porém, razão para se ser surpreendido pelo facto da quási totalidade das medidas de inversão da sacarose terem sido feitas em presença de ácidos catalizadores diluídos. A mesma coisa se observa com o acetato de metilo que foi objecto de múltiplos trabalhos efectuados durante os últimos cinqüenta anos para pôr em evidência a acção catalítica dos ácidos e respectivos sáis.

Esta ausência de medidas cinéticas em presença de ácidos concentrados, — isto é, de concentração superior a 1.5 Normal, por exemplo — justifica-se até certo ponto pelas grandes dificuldades técnicas que os investigadores encontraram e também pela falta de interêsse que então apresentava a determinação de coeficientes de velocidade em meio concentrado. Hoje, graças à teoria termodinâmica das soluções fundada por G. N. Lewis e outros, pode-se apreciar perfeitamente todo o interêsse que apresentam as medidas de hidrólise da sacarose e do acetato de metilo em presença de ácidos catalizadores concentrados. Efectivamente, como se sabe, a actividade dos iões hidrogénio aumenta muito ràpidamente com a concentração do ácido (ver gráfico 1), e como a acção catalítica dos iões hidrogénio está ligada à actividade dêstes iões [1], há absolutamente lugar para efectuar as medidas com os ácidos concentrados.

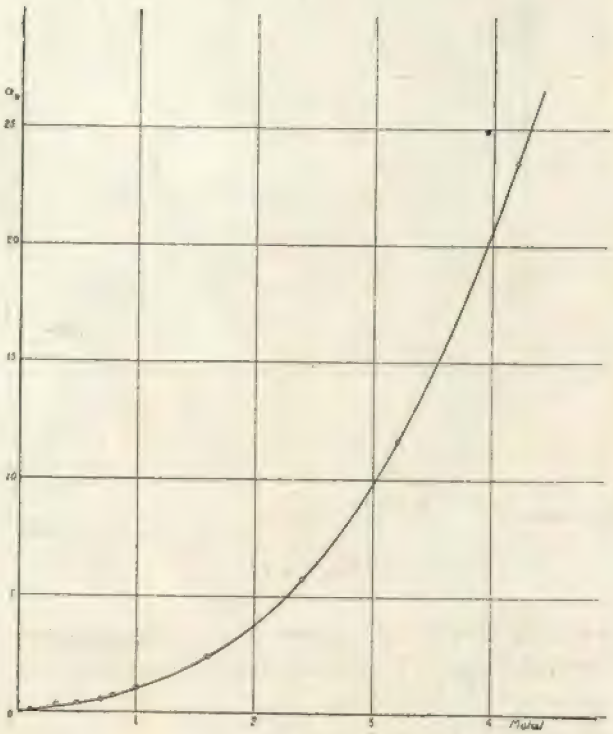


Gráfico 1

No presente trabalho, desejamos expor os resultados que obtivemos na hidrólise da sacarose e do acetato de metilo, utilizando como catalizador ácido clorídrico concentrado. A-fim-de assegurar uma certa homogeneidade ao nosso trabalho fizemos também algumas medidas em meio catalizador diluído. Dêste modo o intervalo de variação das concentrações em HCl varia de 0.1 Molal [1] a 4.1 Molal. No

[1] Dr. A. de Sousa: «L'activité de l'ion H et l'hydrolyse de l'acétate de méthyle en milieu chlorhydrique concentré», Lausanne 1939.

[1] Com «molal» entenda-se o número de mol-gr. de ácido em 1000 gr. de água. A noção de «molalidade» mais conveniente para os cálculos termodinâmica foi preferida à de «Normalidade».

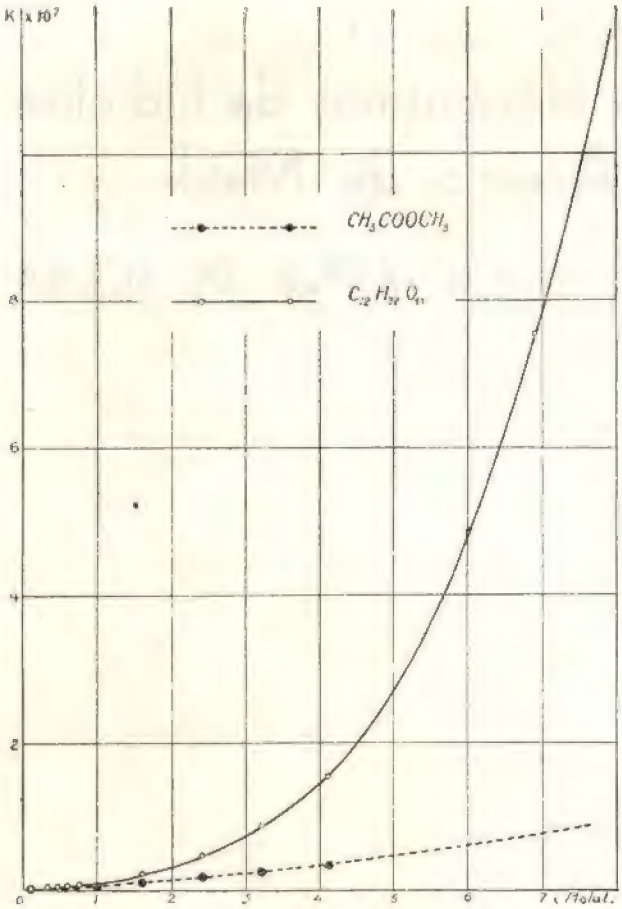


Gráfico 2

caso da invasão da sacarose as determinações de velocidade foram realizadas também em presença de HCl 6.89 Molal (1). O fim que temos em vista é o de comparar as velocidades de hidrólise da sacarose e do acetato de metilo e de tentar demonstrar que estas duas reacções não são rigorosamente proporcionais à actividade dos iões hidrogénio, mas também à actividade da água, e que a actividade da água não intervém do mesmo modo nas duas reacções citadas.

Pretendemos também interpretar estes factos estabelecendo uma hipótese sôbre o mecanismo destas duas reacções tipos. Não entraremos nos detalhes técnicos empregados, porque isso nos desviaria do fim que nos propusemos. Noutras publicações anteriores (1) relativas às nossas investigações neste campo, encontram-se tais informações complementares. Reproduzimos no quadro I, um resumo dos resultados obtidos na inversão da sacarose e no quadro II figuram os valores experimentais da hidrólise do acetato de metilo. Em ambos os casos as experiências foram realizadas a 25° C ± 0.05° C. No gráfico 2 reproduzem-se os valores das constantes para a inversão da sacarose e para a hidrólise do acetato de metilo em função da concentração do ácido expressa na sua molalidade. As actividades

(1) As medidas de inversão com concentrações de HCl superiores a 4.1 Molal foram realizadas pelo nosso colega Dr. J. Rochat.

(1) «Helvetica Chimica Acta», Vol XXI, Fasc. 2, p. 236 — 1938.

«Recueil de travaux de la Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne publié à l'occasion du quatrième centenaire de la fondation» — 1937.

«Técnica» — Lisboa, Julho 1940.

Comunicação feita a Soc. Vaudoise des Sc. Nat. Lausanne — 27 de Maio de 1937.

Comunicação feita a Soc. Vaudoise des Sc. Nat. Lausanne — 2 de Março de 1938.

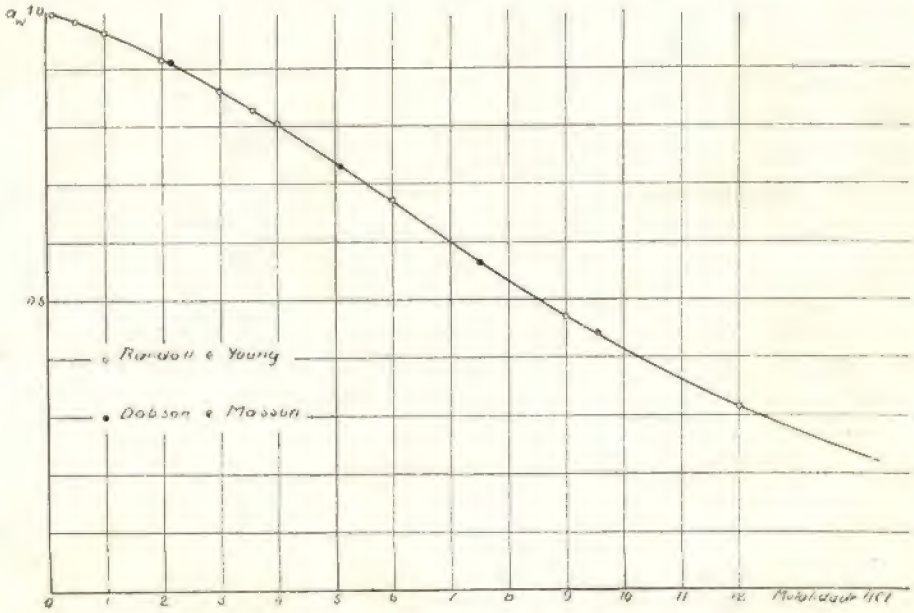


Gráfico 3

dos iões hidrogénio foram determinadas por meio de uma pilha de hidrogénio, e as da água em solução cloridrica foram tirados dos trabalhos de Dobson e Masson [1] e de Randall e Young [2] (gráfico 3).

de velocidade era proporcional a concentração normal do ácido. Nos dois casos (ver coluna 6 do quadro I) dividimos a constante de velocidade, pela concentração normal do ácido e obtivemos valores que variam de 85.3 a 438.

QUADRO I

11.42 gr. de sacarose em 100 cc. de solução — Temp. = 25° C

c	m	k	a_H	a_w	K/c	K/m	K/a_H	K/a_Ha_w
Normal	Molal	x 10^4			x 10^4	x 10^4	x 10^4	x 10^4
0.095	0.1024	8.1	0.096	0.995	85.3	79.4	84.4	84.8
0.296	0.321	27.6	0.305	0.990	93.3	92.9	90.5	91.4
0.425	0.461	43.0	0.459	0.985	101.0	93.3	93.7	95.2
0.562	0.612	61.0	0.646	0.975	108.5	99.7	94.3	96.7
0.688	0.752	79.4	0.844	0.970	115.3	105.5	94.1	97.0
1.400	1.555	223.3	2.494	0.935	159.0	143.5	89.5	95.7
2.12	2.39	477.9	5.76	0.895	226.0	200.0	83.0	92.8
2.805	3.21	877.9	11.65	0.850	313.0	273.8	75.4	88.8
3.52	4.10	1542	23.53	0.795	438.0	376.0	65.5	82.5
	6.02	4844	100.9	0.670	—	805.0	48.0	71.7
	6.89	7518	180.8	0.605	—	1090.0	41.6	68.8

QUADRO II

4 o/o de CH_3COOCH_3 em 100 cc. de solução — Temp. 25° C

c	m	k	a_H	a_w	K/c	K/m	K/a_H	$K/a_Ha_w^7$
Normal	Molal	x 10^4			x 10^4	x 10^4	x 10^4	x 10^4
0.0997	0.100	6.2	0.0825	0.995	62.2	62.0	75.3	77.9
0.3187	0.321	20.0	0.271	0.988	62.7	62.3	73.8	80.4
0.495	0.499	32.5	0.450	0.982	65.7	65.0	72.2	82.0
0.646	0.655	42.4	0.630	0.975	65.7	64.7	67.4	80.5
0.7854	0.799	52.5	0.813	0.970	66.9	65.7	64.6	79.8
0.979	1.000	70.5	1.11	0.965	72.1	70.5	63.5	81.5
1.508	1.555	112.5	2.27	0.940	74.7	72.4	49.6	76.4
2.283	2.390	169.0	5.35	0.895	74.1	70.7	31.6	68.7
3.011	3.200	251.4	11.05	0.850	83.6	78.5	22.8	69.5
3.789	4.100	331.0	23.08	0.795	87.3	80.7	14.4	72.0

Os primeiros investigadores admitiam tanto para a inversão da sacarose, como para a hidrólise do acetato de metilo, que a constante

Dividindo as constantes de velocidade pela molalidade das soluções também se não obtém um cociente constante. Mais tarde, pensou-se que a constante de velocidade era proporcional à actividade dos iões hidrogénio, e por isso procurámos verificar êste facto em todo o intervalo das concentrações para ambas as

(1) J. Chem. Soc. 125, p. 668 (1924)
(2) J. Am. Chem. Soc. 50, p. 989 (1928).

reacções, dividindo a constante de velocidade pela actividade dos iões hidrogénio, e ainda aqui não temos rigorosa proporcionalidade. Neste caso, porém, os resultados são já melhores do que os obtidos quando se considera a proporcionalidade referida à concentração normal do ácido ou a sua molalidade. Deve pois admitir-se que outros factores intervêm além da actividade dos iões hidrogénio.

Admitiremos, como certos investigadores americanos, que a actividade da água intervém no mecanismo da hidrólise. Poder-se-á então escrever que as constantes de velocidade são proporcionais às actividades de ião hidrogénio e da água:

$$K = C \cdot a_H^m \cdot a_w^n$$

As nossas experiências em meio diluído mostraram que para a actividade, a_H, do ião hidrogénio é $m = 1$ quer se trate da inversão da sacarose quer da hidrólise do acetato de metilo. Trata-se portanto de determinar empìricamente, o valor de n para a actividade da água, a_w. Na expressão:

$$C = \frac{K}{a_H \cdot a_w^n}$$

demos a n os valores $n = 0, 1, 2$, etc., até que que C fôsse constante (dentro dos limites dos erros experimentais). Assim para a inversão da sacarose (como mostra a coluna 9 do quadro I) achámos $n = 1$. A actividade da água intervém como a actividade do ião hidrogénio à potência 1. Na hidrólise do acetato de metilo achámos, semelhantemente, que a actividade da água intervém com o exponente 7, ao passo que a actividade do ião hidrogénio figura com o exponente 1 (ver quadro II, coluna 9).

Do conjunto dos nossos resultados podemos concluir que a velocidade de reacção é maior para a hidrólise da sacarose que para a do acetato de metilo. Devemos igualmente notar que a água desempenha um papel preponderante na hidrólise do acetato de metilo, comparado com o da hidrólise da sacarose. Assim, tem-se, para a inversão da sacarose:

$$C = \frac{K}{a_H \cdot a_w}$$

ao passo que para o acetato de metilo é:

$$C = \frac{K}{a_H \cdot a_w^7}$$

Tentemos explicar o mecanismo da hidrólise nestes dois casos. Para o acetato de metilo, admitiremos que a quási totalidade do ester existiria no estado anidro. Em presença da água êste ester reagiria com 7 moléculas de água para formar um composto hidratado:

$$CH_3COOCH_3 + 7H_2O \rightleftarrows (CH_3COOCH_3, 7H_2O)$$

o ester hidratado, em presença dos iões hidrogénio forma um complexo iónico:

$$(CH_3COOCH_3, 7H_2O) + H^+ \rightarrow$$
$$\rightarrow (CH_3COOCH_3, 7H_2O, H)^+$$

Êste complexo iónico decompor-se-ia instantâneamente:

$$(CH_3COOCH_3, 7H_2O, H)^+ \rightarrow CH_3COOH +$$
$$+ CH_3OH + 6H_2O + H^+$$

Para a inversão da sacarose, teremos o seguinte mecanismo:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow (C_{12}H_{22}O_{11}, H_2O)$$
$$(C_{12}H_{22}O_{11}, H_2O) + H^+ \rightarrow (C_{12}H_{22}O_{11}, H_2O, H)^+$$
$$(C_{12}H_{22}O_{11}, H_2O, H)^+ \rightarrow C_6H_{12}O_6 +$$
$$+ C_6H_{12}O_6 + H^+$$

A formação do complexo iónico é lenta e é esta reacção cuja velocidade determinámos experimentalmente. A decomposição dêste complexo iónico é instantânea e escapa à verificação experimental.

Centro de Estudos de Física
Laboratório de Física do I. S. T.

Vantagens dos isolamentos nos edifícios

PELO VISCONDE DE ALMEIDA GARRETT
ENGENHEIRO CIVIL (U. P.)

Deixemos por agora o assunto «Acústica» que vínhamos tratando numa série de artigos, e vejamos o problema que o título indica e que julgamos da maior utilidade divulgar, em especial numa Revista que se destina aos futuros engenheiros, e, portanto, àqueles que têm vontade e necessidade de aprender. De resto, a matéria que trataremos, liga-se de certo modo, ao assunto que vínhamos tratando.

***

Tôda a máquina vibra. Essa vibração é uma energia que, transmitida ao solo, se perderá. Se, porém, de qualquer modo conseguirmos isolar essa máquina, não permitindo a transmissão das suas vibrações, teremos conseguido um aumento no seu rendimento, pela anulação daquela perda de energia.

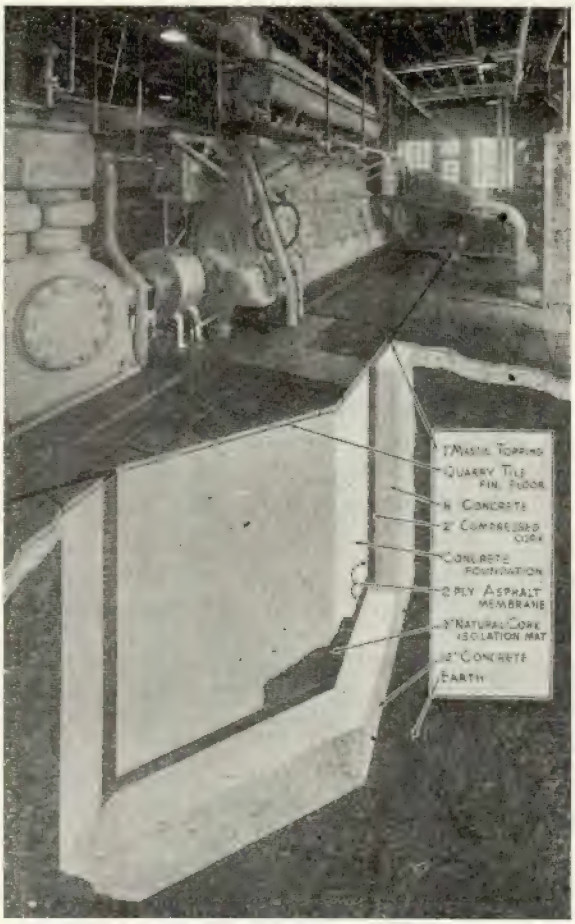
Além do que, a máquina vibrando, essas vibrações transmitir-se-ão pelo seu fixe ao solo e, por êste, ao edifício onde aquela está instalada, não permitindo dêste modo um rendimento capaz a quem ali trabalha, pelo exaustivo esfôrço exigido.

Se, com a acelaração da vida quotidiana actual, nos é exigido um maior rendimento, um esfôrço intelectual e físico elevado, justo e necessário é que procuremos de algum modo, rodearmos-nos de um ambiente que nos permita êsse esfôrço e que não no-lo esgote.

Verifica-se assim, ser conveniente, e até preciso, isolar tôda e qualquer máquina.

Como efectuar êsse isolamento? Sem pretendermos, por agora, entrar em detalhe de cálculo, diremos que êsse isolamento se efectua pela colocação entre o fixe (lateralmente livre) da máquina e a fundação (ligada ao terreno fixe) da mesma, de um tapête anti-vibratório, cujas dimensões deverão ser tècnicamente determinadas.

Afirmaremos ainda que êste isolamento se torna necessário em tôda a máquina instalada em oficina situada num rez-do-chão ou num primeiro andar, de um prédio onde habitem quaisquer famílias, pois o estado actual da ciência dos isolamentos já não tolera que soframos, ao habitar um prédio,



Tipo de isolamento de maquinaria

as conseqüências de deficiente montagem de qualquer indústria nesse mesmo prédio.

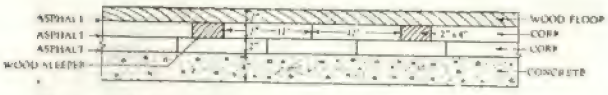
***

Quando um camião passa numa rua, todo o nosso prédio treme, os «bibelots» sôbre as nossas mesas parecem querer dançar, os quadros deslocam-se nas paredes.

Como evitar êsse tormento, tam fora do século em que vivemos? Isolando as fundações, consoante a técnica o indica. Esta, baseada em estudos laboratoriais sôbre materiais isoladores e em ensaios experimentais sôbre aplicações dos mesmos materiais, aconselhará as precauções a tomar.

***

Quando nos encontramos trabalhando no nosso escritório, em nossa casa, ou onde requeremos o maior sossêgo para que êsse trabalho dê o rendimento que pretendemos, raro é que não soframos os ruídos da pequenada do andar superior que, na natural agitação infantil, corre de um lado para o outro, nas brincadeiras próprias da sua idade. A êsses ruídos outros se vêm juntar. São os do andar inferior, onde a senhora ralha com as criadas e o patrão tem a monomania da rádio, ligando o seu receptor desde que entra em casa à hora de jantar, até para além da meia noite, por não querer perder tôdas as notícias internacionais.



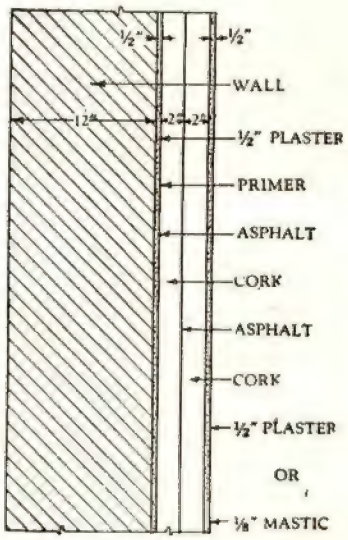
Tipo de isolamento de pavimento interior

Poderemos evitar êsses ruídos? No estado actual da ciência dos isolamentos, êsse problema parece resolvido em quási tôda a sua extensão. Com efeito, se dentro das regras aconselhadas pela técnica procedermos ao isolamento do pavimento, seja êle em laje de betão armado, seja de soalho com vigamento na secção conveniente, já essa transmissão fónica é atenuada, e evitada até, na maioria dos casos.

Há, porém, que ter cuidado. Por vezes, os ruídos transmitem-se ao longo do material, às paredes, e há então que isolar estas convenientemente.

***

A nossa casa tem um grande sótão, mas infelizmente não pode ser aproveitado. No inverno sentimos frio e humidade. No verão, o calor. E o calor impossibilita-nos de aproveitarmos todo êsse espaço.



Tipo de isolamento de parede

Mas, se isolarmos a cobertura, forrando tôda aquela sob o varedo, com material isolador, já o sol incidindo no verão ou o vento frio batendo no inverno contra a cobertura, não nos poderão molestar.

E, aquêle espaço que até então não podia ser aproveitado por as suas condições de habitabilidade o não permitirem, tornou-se da maior utilidade, pelo confôrto que nêle passamos a encontrar.

***

Sucede freqüentemente haver conversas, trocas de impressões, etc., que não deverão chegar aos ouvidos de estranhos.

É também sabido que na camarata de um hospital, nada há mais desagradável que ouvir o que se passa na camarata contígua.

Se as paredes estiverem isoladas, mas a porta o não estiver, de pouco servirá a verba dispendida nas paredes.

Há, por isso, que construir limpos de carpintaria, convenientemente isolados.

O técnico especialista ensinará como devem ser construídos êsses limpos. Colocada então, uma porta devidamente isolada, num gabinete, o som exterior não poderá nêle penetrar, salvo enquanto aquela se mantiver aberta.

***

É corrente ouvirmos ruídos nas canalizações de água e de esgôto duma moradia. Êsses ruídos são, no entanto, elimináveis.

Para isso, isolaremos em determinados pontos e convenientemente, a tubagem em questão, o que requere estudo e cuidado de execução.

***

Se tivermos uma cave num prédio e pretendermos deminuir-lhe a frieza, temos de pensar no isolamento das paredes, colocando, nas condições indicadas pelo técnico especialista, chapas ou placas de material isolador.

Essa cave ficará, desde então, em condições de se transformar até em quarto de cama, se assim o pretendermos.

***

Vemos, pelo que foi exposto, quam grande importância tem actualmente a ciência dos isolamentos e os benefícios que advêm da sua aplicação.

***

Que produtos aplicar para obter êsses tam desejados isolamentos fónico, térmico e anti-vibratório?

Muitos há no mercado mundial, uns satisfazendo sôbre determinados aspectos e já não servindo para outros, outros não dando quaisquer resultados seguros.

Um há, porém, que se destaca entre todos, não devido à mão e à ciência do homem, mas devido à sua própria contextura, conjunto de milhões de células cujas dimensões são tão exíguas, que um centímetro cúbico de cortiça é formado por cêrca de 42 milhões de celulas, como nos diz o Engenheiro J. Vieira Natividade. Êsse conjunto de células forma um bloco compacto, sem espaços livres, «extremamente leve, impermeável aos líquidos e aos gases, compressível, elástico, mau condutor térmico e acústico, pràticamente imputrescível», diz-nos ainda o mesmo engenheiro.

Isolamento completo de uma câmara

É essa matéria prima, riqueza do nosso solo — Portugal é o maior e melhor produtor de cortiça no Mundo —, que permite o fabrico de aglomerados, puros e compostos, e que estão tendo, de dia para dia, uma crescente aplicação.

Um rôlo de cortiça em volta duma barra de ferro caíra num forno. Encontrada no dia seguinte, verificou-se, com grande espanto, que a cortiça se não carbonizara, mas que formara uma massa compacta em volta da barra.

John Smith, com curiosidade, repetiu a prova e pôde então certificar-se que a cortiça, quando aquecida fortemente, se ligava formando um todo.

Estava descoberto o primeiro aglomerado!

Se na velha China já se empregava cortiça em aparelhos de pesca, é nos séculos XVI e XVII que, com a indústria rolheira, a aplicação da cortiça se desenvolve.

Em 1890 os alemãis lançam a «placa

impregnada», uma composição com cortiça. Em 1900 forma-se a «Casa Armstrong» e John Smith, de estudo em estudo, descobre a «placa de cortiça pura».

Com essa descoberta, é lançada a indústria dos aglomerados puros.

Com estudos laboratoriais posteriores, são formados os aglomerados compostos.

Os capitais encarregam-se do lançamento das indústrias e os laboratórios do aperfeiçoamento dos produtos. E hoje, a indústria dos aglomerados desenvolve-se de uma forma notável.

***

Sucessivas têm sido as tentativas para destronar tam rica matéria prima, procurando destruir com o produto A a cortiça no seu aspecto de isolador térmico, com o produto B no seu aspecto de isolador fónico, com o produto C no seu aspecto de isolador anti-vibratório. Intensivos têm sido os estudos nos diversos laboratórios dos países não produtores desta matéria prima, para encontrar um sucedâneo ou sucedâneos da cortiça, mais económicos e mais eficazes qué esta ou que os seus sub-produtos.

Porém, tôdas as tentativas têm sido infrutíferas, todos os estudos têm sido baldados.

Numa economia de guerra, a concorrência entre países produtores e industriais é grande. Mas, numa economia de paz, Portugal, com a sua indústria montada intensivamente — porque quanto a mim, ela nunca deve ser extensiva —, deve ter um lugar de destaque no que, em condições económicas e em primeira qualidade, possa produzir. Compete-lhe, então, ter uma posição proeminente entre os produtos isoladores, por ser possuïdor da matéria prima — o *quercus suber* — que melhores condições oferece à efectivação dêsses mesmos produtos.

Mas, é com viva tristeza que verificamos sermos dos países onde menos se conhecem as primordiais qualidades da cortiça e dos seus sub-produtos, onde menos se aplica essa cortiça e êsses sub-produtos.

E porquê? Porque durante anos sucessivos dormimos sôbre os louros de uma exportação elevada, esquecendo que, cada dia que passa, países agora importadores procuram encontrar um produto que substitua aquêle cuja matéria prima se vêem obrigados a importar. Entre nós, nenhum estudo sério se realizou, nenhuns ensaios laboratoriais se realizaram (àparte os notáveis estudos sôbre o sobreiro, realizados pelo Engenheiro J. Vieira Natividade na Estação de Experimentação Florestal do Sobreiro, em Alcobaça, de que é Director), nenhumas experiências controladas se têm executado.

Continuamos e continuaremos assim? Não, podêmo-lo afirmar hoje, pois já se estão realizando estudos na Junta Nacional da Cortiça e ensaios nos Laboratórios da Faculdade de Engenharia da Universidade do Pôrto, de colaboração com a mesma Junta.

Esta tem no seu Boletim publicado os resultados dêsses ensaios. Mas muito e muito haverá a fazer e far-se-á.

Quão útil seria o Laboratório de Ensaios da Junta Nacional da Cortiça, organismo coordenador, com o seu Campo Experimental anexo!

Far-se-iam nêle, tôda a série de ensaios julgados necessários, quer com a matéria-prima quer com os sub-produtos, realizar-se-iam experiências de aplicação daquela e dêstes, no isolamento anti-vibratório da máquina, fónico de paredes, pavimentos, etc. térmico de coberturas, paredes, etc. Estudar-se-iam as possibilidades dos actuais produtos e de novos outros, tudo com o objectivo de não só tornar esta nossa riqueza conhecida dos nossos técnicos, como também de conseguir uma melhor e maior colocação da nossa cortiça.

É naqueles isolamentos que abordámos no início dêste artigo que a cortiça tem uma larga aplicação.

Assim, no tapête anti-vibratório da máquina, é a cortiça natural cortada em prismas, formando um conjunto apertado num forte aro de ferro, que melhores provas tem dado quer pelas condições especiais da elasticidade da cortiça, quer por se tratar dum material inatacável pela água e pelos óleos.

No isolamento das fundações, entre edifícios, de paredes, de pavimentos, de tetos, de coberturas, de portas, etc., é o aglome-

rado de cortiça que melhores provas tem dado, quer pela eficiência do isolamento obtido, quer pela duração do material, quer ainda por outras condições que lhe são exigidas e a que satisfaz.

No revestimento de pavimentos e de paredes, na realização de «maquetes», nos diversos trabalhos de decoração, é ainda o aglomerado de cortiça o material mais aconselhado, quer pelos belos efeitos obtidos, quer por se tratar de uma matéria plástica das mais procuradas.

Assim o queiram compreender os nossos técnicos — engenheiros, arquitectos e construtores —, os nossos proprietários, os nossos decoradores, enfim, todos aquêles que se interessam pelo desenvolvimento económico do nosso país.

A RACIONALIZAÇÃO DA LUBRIFICAÇÃO

POR MILITÃO ROSA PEREIRA
(DO CURSO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA)

A pedido de alguns colegas, resolvemos escrever estas despretenciosas notas sôbre umas experiências que realizámos, durante o nosso primeiro tirocínio, nas Oficinas de Grande Reparação da C. P., no Entroncamento; experiências estas, referentes ao sistema de lubrificação das locomotivas (1).

Da sua razão de ser:

Atendendo a que:

1.º — a maioria das avarias que se davam nas máquinas estava relacionada com a lubrificação;

2.º — esta era executada segundo processos que não compreendíamos;

3.º — como é de conhecimento geral, para curar um mal é necessário, primeiro que tudo, conhecer-lhe as causas.

Propuzemo-nos, então, estudar a lubrificação a partir de princípios científicos, sem nos contentarmos com presumidas regras, de carácter empírico, porque o conhecimento vulgar apenas atinge o facto, ignora o porquê — é incapaz de demonstrar o que afirma. O conhecimento científico, pelo contrário, explica os motivos da sua certeza

Intróito

Com o constante aumento da velocidade das máquinas e da sua grandeza, é evidente que o problema da lubrificação tomou uma tal importância que, podemos dizer afoitamente, é um dos problemas mais importantes que o construtor tem a resolver na construção das grandes unidades.

Se formos, no entanto, observar a construção da maioria das máquinas, vemos que, na parte respeitante à lubrificação, deixam muito a desejar, pois se realmente conseguem que elas trabalhem satisfatòriamente, é só à custa duma menor duração das peças, dum maior gasto de lubrificante e, mesmo assim, com menor segurança de serviço.

Ora, êste estado de coisas é devido em parte à inobservância dos dados teóricos, e foi precisamente a interpretação dum dêstes dados — princípio de O. Reynolds - que originou estas experiências.

I — Princípio de Osborne Reynolds

a) — Se tivermos duas superfícies planas rigorosamente paralelas móveis uma em relação à outra e separadas por uma película de óleo, não injectado sob pressão, a menor pressão exercida sôbre as superfícies provoca a alteração dêsse estado.

b) — Se as duas superfícies forem inclinadas uma em relação à outra (fig. 1) de modo que

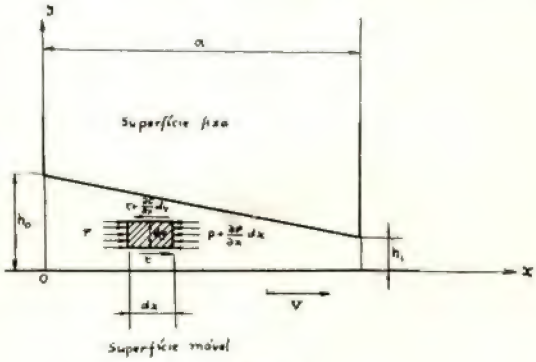


Fig. 1

a expessura da película de óleo diminua no sentido do movimento da superfície móvel — a horizontal —, já podem suportar uma carga sem que se dê a alteração dêsse estado.

Admitamos que:

1.º — O óleo não se desloca no sentido perpendicular ao plano da figura.

(1) O que expomos refere-se, ùnicamente, a *uma* das modificações por nós introduzidas.

2.º — A velocidade do óleo tem a direcção paralela à superfície móvel, o que é sempre verdadeiro, em virtude da fraca expessura da película de óleo ([1]).

3.º — As fôrças de inércia são desprezíveis em face das fôrças tangenciais.

Delimitemos (fig. 1) um elemento volumétrico de óleo, de secção *dxdy* e de largura *b*.

Como o óleo só se desloca, em virtude das nossas hipóteses, segundo a direcção do eixo dos *xx*, uma variação de pressão só pode ter lugar segundo esta direcção.

Se fôr *p* a pressão suportada pela face extrema da esquerda, a pressão sôbre a face extrema da direita é, em virtude das nossas hipóteses:

$$p + \frac{\partial p}{\partial x} dx$$

Designando por *t* a intensidade do esfôrço tangencial exercido sôbre a face inferior, a intensidade dêsse mesmo esfôrço sôbre a face superior é:

$$t + \frac{\partial t}{\partial y} dy$$

A condição de equilíbrio do volume elementar de óleo é, ainda em virtude das nossas hipóteses:

$$p\,b\,dy - \left(p + \frac{\partial p}{\partial x} dx\right) b\,dy = t\,b\,dx - \left(t + \frac{\partial t}{\partial y} dy\right) b\,dx$$

donde

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial t}{\partial y} \qquad (1)$$

Mas, experimentalmente, Newton chegou à seguinte relação:

$$t = \lambda \frac{\partial v}{\partial y} \qquad (2)$$

Sendo:

λ, o coeficiente de viscosidade do óleo;

v, a velocidade de escoamento do mesmo.

([1]) As hipóteses 1.ª e 2.ª poder-se-iam resumir na seguinte:

As linhas de corrente do óleo são paralelas à direcção do movimento da superfície móvel.

Da equação (1) tira-se, em face da equação (2):

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \lambda \frac{\partial^2 v}{d y 2} \qquad (3)$$

Como supomos λ constante, e *p* é só função de *x*, podemos integrar imediatamente a equação (3) em relação a *y*:

$$v = \frac{1}{\lambda} \frac{dp}{dx} \frac{y2}{2} + C_1 y + C_2 \quad ,$$

sendo C_1 e C_2 duas constantes determinadas pelas condições:

$$v = V \text{ para } y = o \;;\quad v = o \text{ para } y = h \;.$$

E então obtém-se

$$\begin{cases} V = C_2 \\ O = \frac{1}{\lambda} \frac{dp}{dx} \frac{h^2}{2} + C_1 h + C_2 \end{cases}$$

ou

$$\begin{cases} C_2 = V \\ C_1 = -\frac{1}{\lambda} \frac{dp}{dx} \frac{h}{2} - \frac{V}{h} \end{cases}$$

donde

$$v = \frac{1}{2\lambda} \frac{dp}{dx} (y - h) y + \frac{V(h-y)}{h} \quad .$$

Se fôr *q* o débito de óleo por unidade de comprimento das superfícies de atrito, medido no sentido perpendicular ao plano da figura, tem-se:

$$q = \int_o^h v\,dy = \int_o^h \left[\frac{1}{2\lambda} \frac{dp}{dx} (y-h) y + \frac{V(h-y)}{h}\right] dy$$

$$= \frac{1}{2\lambda} \frac{dp}{dx} \int_o^h (y-h) y\,dy + V \int_o^h \frac{h-y}{y} dy \quad ;$$

portanto

$$q = -\frac{1}{2\lambda} \frac{dp}{dx} \frac{h^3}{6} + \frac{Vh}{2}$$

Donde se conclue que o débito *q* é independente de *x*, como era de prever por termos

suposto não haver escoamento lateral.

E então, qualquer que seja x

$$-\frac{1}{2\lambda}\frac{dp}{dx}\frac{h^3}{6}+\frac{Vh}{2}=C.^{te}$$

ou

$$\frac{h^3}{6\lambda}\frac{dp}{dx}=Vh+C.^{te}$$

Fazendo a constante igual a $-Vh_m$, sendo h_m, a espessura da película de óleo para a qual $\frac{dp}{dx}=0$, isto é, para a qual p é máximo, vem:

$$\frac{dp}{dx}=6\lambda V\frac{h-h_m}{h^3} \quad , \qquad (3)$$

que é a equação fundamental de Osborne Reynolds.

Esta equação permite determinar a lei de distribuïção da pressão p, desde que seja conhecida h em função de x e h_m seja dado.

Conclusões:

a) Se as duas superfícies são rigorosamente paralelas, h é constante e $\frac{dp}{dx}$ tem um valor constante C_3 e então

$$p=C_3x+C_4$$

Para os valores $x=0$ e $x=a$ é $p=0$ e, $C_3=C_4=0$ e a pressão p é constantemente nula.

Portanto, *se as superfícies forem paralelas e e o óleo não foi injectado sob pressão, estas não podem ser sobrecarregadas.*

Daqui podemos já deduzir o seguinte: desde que as peças não tenham as formas adequadas à sua lubrificação não há possibilidade de manter o óleo entre as superfícies de atrito das mesmas.

Quere dizer uma boa lubrificação não se obtém pelo facto de deitarmos muito óleo sôbre as superfícies de atrito; o que é realmente necessário é que êle aí se mantenha.

b) Admitamos agora que as superfícies são inclinadas uma em relação à outra (fig. 1).

Chamando h_0 à espessura da película de óleo à entrada, e h_1 à sua espessura à saída, num ponto qualquer de abcissa x, temos:

$$h=h_0-(h_0-h_1)\frac{x}{a} \quad ,$$

ou

$$h=h_0\left(1-m\frac{x}{a}\right) \qquad (4)$$

fazendo

$$m=\frac{h_0-h_1}{h_0}$$

Da equação (4) tiramos:

$$x=\frac{(h_0-h)a}{m\,h_0}$$

ou, diferenciando:

$$dx=-dh\frac{a}{m\,h_0}$$

Se substituirmos dx pelo seu valor na equação (3) vem:

$$\frac{dp}{dx}=-\frac{6\lambda Va}{m\,h_0}\frac{h-h_m}{h^3}$$

ou, integrando:

$$p=\frac{6\lambda Va}{m\,h_0}\frac{1}{h}-\frac{3\lambda Va}{m\,h_0}\frac{h_m}{h^2}+C_5$$

As condições aos limites

$$\begin{cases} p=o & \text{para} \quad x=o \\ p=o & \text{para} \quad x=a \end{cases}$$

permitem-nos determinar as constantes h_m e C_5:

$$h_m=2\,h_0\frac{1-m}{2-m}$$

e

$$C_5=-\frac{6}{m(2-m)}\frac{\lambda Va}{h_0^2}$$

O valor de x correspondente a h_m, isto é, para o qual a pressão p é máxima é:

$$x_m=\frac{a}{2-m}$$

O máximo da pressão p está, portanto, situado na segunda metade da superfície inclinada — superfície superior.

Atendendo aos valores de h_m e C_5, a pressão p será:

$$p = \frac{6 \lambda V a}{m h_o} \left[\frac{1}{h} - \frac{1-m}{2-m} \frac{h_o}{h^2} - \frac{1}{(2-m) h_o} \right]$$

ou

$$p = \frac{6 \lambda V a}{h_o^2} \frac{m \frac{x}{a} \left(1 - \frac{x}{a}\right)}{\left(2-m\right) \left(1 - m \frac{x}{a}\right)^2}$$

A curva de p em função de x tem o andamento representado na figura 2.

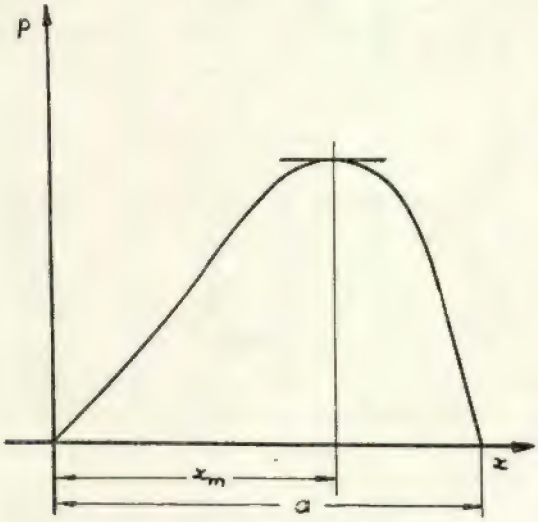


Fig. 2

O deslocamento do *centro de pressão* (máximo de p), é tanto maior quanto maior fôr x_m; ora x_m cresce com m:

$$\begin{cases} x_m = \frac{a}{2} & \text{para} \quad m = o \\ x_m = 1 & \text{para} \quad m = 1 \; ; \end{cases}$$

por conseguinte, quando m crescer, o centro de pressão desloca-o no sentido do movimento da superfície móvel.

II — Aplicação

As experiências que realizámos não foram mais do que uma aplicação desta teoria hidrodinâmica: transformou-se o atrito entre superfícies sólidas, num atrito entre superfícies liquidas, isto é, um atrito semi-sêco num atrito fluido.

O atingir-se tal fim implicou um menor aquecimento das superfícies de atrito, um gasto nulo, ou quasi nulo, das mesmas, uma economia de lubrificante, e conseqüentemente uma maior segurança de serviço.

Para a realização desta experiência pediu-se a devida autorização, que nos foi concedida sob as seguintes condições:

— A forma dos órgãos, interessados na lubrificação, seria modificada, mas sòmente, num dos lados da locomotiva, para permitir tirar conclusões àcêrca do valor comparativo dos dois sistemas.

— Os resultados seriam da nossa inteira responsabilidade.

Como se disse, anteriormente, referir-nos-emos apenas a uma das peças modificadas — cruzeta da locomotiva.

Estas experiências foram realizadas numa das máquinas da série 0200, as mais potentes que a C. P. possue.

Até então a forma das superfícies de atrito dos patins da cruzeta era a seguinte:

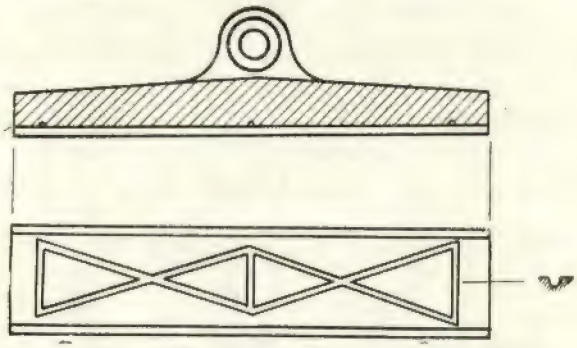


Fig. 3

Notar-se-ão três sangrias no sentido transversal, ligadas por outras em diagonal.

Ora, uma tal realização está em absoluto desacôrdo com a teoria que acabámos de expor, pois, como as duas superfícies são paralelas, sucede que o óleo não tem possibilidade de se interpor entre as duas superfícies de atrito, e o que se consegue, ùnicamente, é a sua circulação pelas sangrias. Além disso, todo o óleo que cair sôbre as guias da cruzeta será imediatamente varrido pelo patim, sem que daí provenha qualquer benefício para as

peças a lubrificar, que compense tão grande gasto de óleo [1].

As sangrias de lubrificação vão tornar esta ainda mais difícil por irem deminuir a superfície de atrito e aumentar, conseqüentemente, a pressão específica.

Vejamos, finalmente, como modificámos a superfície de atrito dos patins, de modo a obter-se um atrito fluido.

Primeiro que tudo mandou-se preencher as sangrias com metal anti-fricção, visto o patim ser calçado com esta liga. Em seguida, com o auxílio do limador, fez-se um desbaste (fig. 4), com a profundidade de 1 m/m, sôbre a superfície de atrito do patim, deixando de cada lado um pequeno rebôrdo, com a largura de 4 m/m. A existência dêste rebôrdo é fundamental, pois só assim se consegue que não haja escoamento lateral do óleo, uma das hipóteses feitas, e que evita, além do mais, um desperdício de óleo.

Fizemos depois, também com o auxílio do limador, os planos inclinados SS, todos iguais para o patim superior, que é o representado na fig. 4.

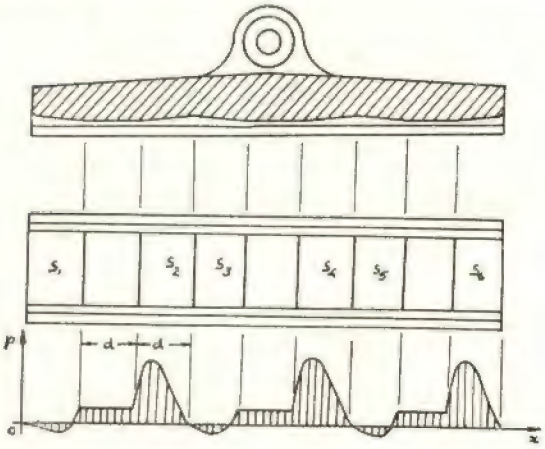


Fig. 4

Para o patim inferior houve que modificar um pouco esta construção:

Notar-se-á que a configuração da superfície de assentamento dêste patim apresenta certa assimetria, em relação ao seu eixo transversal: isso deveu-se, exclusivamente, à localização

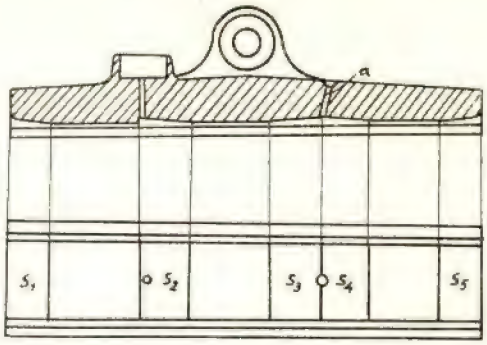


Fig. 5

preexistente do canal de alimentação, respeitante à caixa de óleo. Houve ainda necessidade, nêste patim, de abrir um outro canal de alimentação que a primitiva construção não previa.

* * *

Concluída a sua reparação foi, como habitualmente, a locomotiva submetida à experiência oficial. Foi, então, possível observar-se o seguinte:

— Os patins de cruzeta não modificada, aqueceram por tal modo que o metal anti-fricção fundiu, havendo mesmo necessidade, para efectuar o regresso às oficinas, de lançar água sôbre ela freqüentes vezes.

— Na cruzeta modificada não houve aquecimento sensível.

Pôde ainda observar-se que os patins modificados passavam sôbre as guias deixando uma camada de óleo bem visível: flutuavam sôbre o óleo; tal sucesso sòmente se não dava a velocidades muito reduzidas — próximo da paragem.

Poder-se-á dizer, com absoluta segurança, e pelo comportamento de *todos os órgãos* cujo sistema de lubrificação se modificou, que as vantagens dêste sistema racional de lubrificação sôbre o empirismo, que até aqui impregnou esta técnica, são muito grandes e o seu estudo deverá portanto merecer de futuro um pouco mais de circunspecção.

---

[1] Notar-se-á que o simples contacto de óleo com a superfície do atrito sempre tem alguma vantagem: o arrefecimento dessa mesma superfície.

PRINCIPAIS CAUSAS RESPONSÁVEIS PELOS DEFEITOS DE FUNDIÇÃO

POR FRANCISCO DE ALMEIDA E CASTRO

(Do Curso de Engenharia Mecânica)

Ao tirocinar pela primeira vez na fundição de Massarelos, do Pôrto, ocorreu-me relatar e classificar os principais defeitos de fundição e suas causas.

Em parte alguma melhor do que ali, casa possuïdora de grande prática em trabalhos daquele género, me poderia documentar sôbre essa matéria.

Porém, tal ideia só me veiu demasiado tarde, pelo que consegui reünir apenas as pequenas notas que se seguem.

Não deixo, no entanto, de as transcrever aqui por entender tratar-se de assunto de interêsse, merecedor de ser desenvolvido por quem, nanja eu, possua profundos conhecimentos da matéria.

* * *

Numa primeira classificação tais causas podem ser, ou não, devidas a defeituoso trabalho do moldador.

Vejamos então:

1.º — «Causas provenientes de imperfeito trabalho de moldação».

Desta divisão destacaremos as seguintes:

a) «Insuficiente calcamento das areias ou fraca consolidação das mesmas», o que se traduz por uma fraca resistência à pressão exercida pelo metal em fusão, do que resulta principalmente o aumento de volume da peça, a deformação das saliências e reentrâncias da mesma e ainda a incorporação na sua massa de grãos de areia de moldação, que foram arrastados devido à sua inconsistência.

b) «Defeituosa colocação ou precária fixação dos machos», o que tem como efeito o aparecimento de cavidades deslocadas dos locais desejados e até de fendas por efeito de desiguais contracções provocadas por deficiente distribuïção de espessuras.

c) — «Errado estabelecimento dos canais de vasamento», e conseqüentemente, errada velocidade de vasamento. Se esta fôr exagerada, pode o demasiado ímpeto da entrada do metal destruir parcialmente a moldação além de provocar até uma anormalmente rápida produção de gases; um enchimento lento em demasia vai provocar diferenças sensíveis de temperatura na massa do metal, donde o aparecimento de tensões de fundição, que podem provocar roturas na peça.

d) — «Insuficiente respiração da moldação e dos machos», do que resulta uma nefasta retenção dos gases produzidos durante o vasamento e que, ao solidificar a peça, nela formarão porosidades, chochos e cavernas.

É de notar que há grande tendência para a formação daquelas porosidades nas peças fundidas em alumínio e que essa tendência só se consegue combater eficientemente com a adopção de métodos especiais de vasamento (injecção e centrifugação), obtendo-se então peças muito compactas.

e) — «Calcamento exagerado da areia de moldação», que se traduz pelo aparecimento, no local correspondente ao do calcamento demasiado, de uma reentrância na forma da peça como se o metal, encontrando a areia dura em excesso naquela região, a ela não se ligasse preferindo um prudente recuo.

2.º — «Causas estranhas ao trabalho do moldador».

Enunciaremos as principais que são:

a) «Insuficiente temperatura de vasamento de metal», que se nota pelo incompleto preenchimento da moldação nos locais de menor espessura e nas arestas, etc., devido à pouca fluidez do metal.

b) «Molde mal estabelecido», o que se pode exteriorizar pelo aparecimento de peças aparentemente perfeitas, mas defeituosas em relação ao desenho na forma ou nas dimensões, ou ainda pelo aparecimento de roturas nas mesmas provocadas, como já frisei, por má distribuïção das espessuras.

c) «Má qualidade das areias», o que se manifestará de vários modos tais como: insuficiente respiração, por falta de porosidade das areias, incrustações na massa da peça. por falta de consistência das mesmas, etc.

d) «Incompleta secagem da moldação», que produz elevado desenvolvimento de gases, que originam chochos e diferenças de temperatura entre as várias regiões da peça, provocando tensões de fundição e até roturas.

É óbvio que esta alínea se refere apenas às moldações que tiverem de ser sêcas e nunca às que se destinem a ser vasadas em verde.

* * *

Com o fim de não alongar em demasia êste pequeno reportório, o que exigiria conhecimentos práticos que não possuo, reportei-me apenas às principais causas dos defeitos de fundição, tendo focado sòmente a matéria com carácter geral não me prendendo, por exemplo, com os defeitos provenientes de causas inerentes aos processos correntes de moldação mecânica e outros.

Como se depreende do que deixo exposto, variadas causas podem determinar um mesmo efeito e, vice-versa, uma mesma causa se exteriorisará de diversos modos.

Só a prática aliada a uma consciente análise dos métodos de trabalho e dos materiais empregados permitirá descobrir qual a causa responsável, e apontar as precauções indispensáveis para a atenuar ou até eliminar.

Na capa e 2.ª página gráfica:

Imagens do documentário

"HIDRÁULICA AGRÍCOLA"

feito por DOMINGOS MASCARENHAS e RAÚL FARIA DA FONSECA

para o S. P. N.

(Fotografia de MANUEL LUIZ VIEIRA)

DO MUNDO TÉCNICO

Inversores de marcha, marítimos, accionados por óleo sob pressão — Sistema S. L. M. Winterthour

A reversibilidade da hélice é uma condição absolutamente indispensável a tôda a instalação motora de propulsão de barcos de construção corrente. Aproveitando-se da sua experiência na construção de mudanças de velocidade accionados por óleo sob pressão para automotoras e locomotivas Diesel, a «Sociedade Suíça para Construções de Locomotivas e de Máquinas», em Winterthour, criou igualmente, há alguns anos, dois tipos de inversores de marcha marítimos em que os acoplamentos funcionam segundo o mesmo princípio. Esta enovação encontrou na Suíça e no estranjeiro um acolhimento favorável por numerosas companhias de navegação e de proprietários privados de barcos.

As condições de serviço a que um inversor de marcha marítimo é sujeito são muito severas. Êle deve não sòmente ser capaz de transmitir sem perda a potência do motor à hélice durante muito longos períodos, mas deve também poder suportar manobras bruscas e repetidas bem como esforços axiais consideráveis causados pela hélice.

Os inversores marítimos que vamos descrever satisfizeram inteiramente em barcos de tipos muito variados, entre os quais podemos citar os barcos costeiros e de pesca cobrindo longas distâncias no alto mar e sob mau tempo; os reboques que devem sofrer numerosas manobras e de grandes esforços de hélice; as bateiras navegando em canais por vezes obstruídos e manobrando em comportas estreitas e curtas, o que exije inversões muito rápidas e seguras; enfim, os barcos de passagem, em serviço de manhã à noite muito tarde necessitam de muitas manobras visto os percursos que efectuam serem relativamente curtos, mas numerosos.

A concepção do tipo MW, fig. 1, derivadas caixas de velocidade «S. L. M.-Winterthour» bem conhecidas para veículos com motores de combustão. Êste tipo, permitindo uma redução de velocidade do motor dentro de largos limites, é sobretudo empregado no caso de se desejar empregar motores rápidos e em que o barco em questão exije um pequeno número de rotações da hélice.

Na fig. 1 vê-se que o inversor se compõe em particular de veios primário — 1 — e secundário — 2 — cada um dêles suportado por duas chumaceiras, de duas engrenagens — 3 e 4 — para marcha à vante e marcha à ré, de um prato de embate — 5 —; duma torneira de comando - 6 — e dum sistema de circulação de óleo com arrefecimento dêste último.

O veio principal — 1 — é acoplado ao motor enquanto que o veio secundário é ligado ao veio da hélice.

Sôbre o eixo primário são enchavetados dois pinhões, o de marcha àvante — 7 — está em engrenamento directo com a roda correspondente — 3 — situada sôbre o eixo secundário — 2 — enquanto que o outro pinhão — 8 — transmite o movimento de rotação do motor ao eixo secundário por intermédio de uma roda de inversão — 9 —. Vê-se na figura que as grandes rodas dentadas — 3 e 4 — são em duas metades formando no conjunto um interior ôco no qual estão alo-

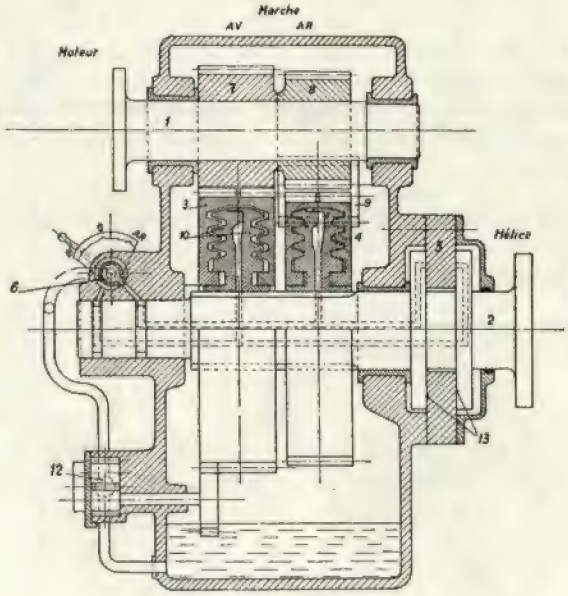


Fig. 1

jados os dois discos de acoplamento chamados interiores — 10 — em bronze e que, sob a acção do óleo sob pressão, se podem deslocar axialmente sôbre o eixo secundário provido de caneluras. Os discos interiores — 10 — têm saliências cónicas concêntricas que podem penetrar nas ranhuras correspondentes praticadas nas paredes interiores das grandes rodas dentadas — 3 e 4 —.

No estado desembraiado estas últimas giram doidas sôbre os cubos dos discos interiores o que faz que em marcha em vazio o eixo secundário não se encontre engrenado. Quando da embraiagem, o óleo sob pressão penetra entre os discos de acoplamento interiores — 10 — e aperta-os nas ranhuras da grande roda dentada, que, pouco a pouco prende os discos interiores e, por conseqüência, o eixo secundário. A admissão de óleo faz-se por dois canais feitos no veio secundário e por meio de uma torneira de distribuïção especial

(torneira de comando — 6 —). Esta torneira é concebida de tal modo que, logo que se passa da marcha AV para marcha AR ou vice versa, a pressão cessa automàticamente de agir no momento em que a alavanca deixa a posição que ocupava.

A chamada dos discos interiores faz-se instantâneamente e duma maneira precisa por meio de óleo sob pressão ou de molas. O óleo sob pressão é fornecido por uma pequena bomba de engrenagens — 12 - accionada directamente pelo primário ou por intermédio de rodas secundárias. Uma válvula de descarga assegura uma pressão constante e um filtro disposto antes da admissão da bomba protege esta, assim como os acoplamentos, de impurezas eventuais.

O inversor de marcha compreende também um prato de embate — 5 — suportando o esfôrço axial da hélice. Estes esforços podem tornar-se grandes no caso dos rebocadores ou dos barcos de pesca, por exemplo. Vê-se claramente na fig. 1 que a superficie, sôbre a qual consoante o sentido de marcha é aplicado, recebe automàticamente óleo sob pressão. Assim, por exemplo, na posição AV da torneira de comando, ao mesmo tempo que o acoplamento AV (grande roda 3) racebe o óleo sob pressão, êste óleo é também dirigido para a superfície — 13 — que recebe o esfôrço da hélice nesta direcção de marcha.

A fig. 2 mostra o tipo de inversor MWP no qual o veio motor e o da hélice estão em linha, e onde a

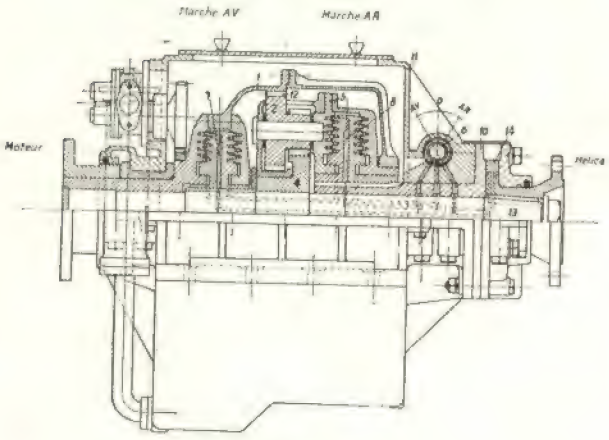


Fig. 2

velocidade do último é a mesma que a do motor. Êste aparelho faz uso de rodas planetárias. O funcionamento é o seguinte (fig. 2):

Marcha em vazio. A torneira de distribuïção (torneira de comando) encontra-se na posição neutra, nenhum dos dois acoplamentos recebe óleo sob pressão. O veio da hélice, estando então em repouso, a parte primária 1, contendo uma coroa dentada interior 12, gira à velocidade do motor Diesel. Os satélites 2 desenvolvem-se dum lado sôbre os dentes interiores 12 e, doutro lado, sôbre a roda central 4 pondo assim o carter 5 em rotação.

Marcha avante. Logo que se volta a torneira de comando — 6 — sôbre o encaixe AV, o acoplamento 7 é ligado, o carter 5 e os satélites 2 encontram-se parados e o conjunto, compreendendo o veio da hélice, gira em bloco à velocidade do motor.

Marcha à ré. Passando do encaixe AV ao AR o acoplamento AV 7 — é desembraiado instantâneamente — como se explicou no caso do tipo MW — e o acoplamento AR — 8 —, pôsto em prise. Os discos de acoplamento interiores para a marcha AR encontram-se sôbre uma parte canelada da manga — 10 —, que é, por seu turno, rìgidamente fixada ao carter — 11 —. Dêste modo o carter — 5 - estando também bloqueado, os satélites 2 prêsos pela dentadura interior — 12 — não podem executar um movimento de rotação senão entre êles e provocam então, por intermédio da roda central — 4 — enchavetada sôbre o veio da hélice — 13 —, uma rotação em sentido inverso dêste último em relação ao motor.

Em comparação com os motores directamente reversíveis, as vantagens seguintes dos inversores de marcha descritos são notòriamente postas em evidência.

1 — Inversões muito rápidas e seguras, a inversão do sentido de rotação não se efectua senão por uma simples admissão de óleo sob pressão, enquanto que o motor pode continuar a girar no mesmo sentido. Daí resulta um tempo de paragem excessivamente curto e distâncias de paragem muito pequenas. (No caso de um motor reversível, quando duma inversão, êste último, deve primeiro que tudo, estar parado, depois acelerado ao regime desejado).

2 — A inversão não depende senão duma pequena torneira de distribuïção de óleo que pode ser movida sem esfôrço, é possível comandar muito fàcilmente o inversor quando se encontrem na coberta do barco.

3 — O inversor com redução de velocidade permite adaptar o número de rotações da hélice às condições de propulsão mais vantajosas. A aplicação de motores rápidos, baratos, é assim possível, obtém-se, com um mínimo de espaço, um rendimento de propulsão e uma economia máximos.

(Da revista *Technique Suisse*)

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

Publicações não periódicas

PORTUGAL

Os grandes meios de transporte — Separata do Boletim da C. P. — Eng. M. Botelho da Costa.

Comissão de Fiscalização do Abastecimento de Águas à cidade de Lisboa — Relatório sôbre o tratamento das águas de Lisboa.

O Estado Novo — Princípios e realizações — Edição do S. P. N.

Publicações periódicas

PORTUGAL

A ARQUITECTURA PORTUGUESA E CERÂMICA E EDIFICAÇÃO — Novembro de 1940.

BOLETIM DA ORDEM DOS ENGENHEIROS — 1 Janeiro de 1941.

BOLETIM DA SOCIEDADE DE GEOGRAFIA — Setembro-Outubro de 1940.

BOLETIM DA JUNTA NACIONAL DE CORTIÇA — Dezembro de 1940.

BROTÉRIA — Vol. XXXI, Fasc. 6 de 1940.

ESTUDOS — REVISTA DE CULTURA E FORMAÇÃO CATÓLICA — Fasc. N.º 6, de 1940.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — N.ºs 1273 e 1274.

GAZETA DE MATEMÁTICA — N.º 4, de 1940.

INDÚSTRIA PORTUGUESA — Dezembro de 1940.

MEDECINA — N.º XLI-XVII.

NEPTUNO — Outubro e Novembro de 1940.

OCIDENTE — Dezembro de 1940.

O INSTITUTO — N.º 97.

RÁDIO-MOÇAMBIQUE — Setembro de 1940.

REVISTA DE ARTILHARIA — Novembro de 1940.

REVISTA DOS CENTENÁRIOS — N.º 23, Novembro de 1940.

SEARA NOVA — N.ºs 698-702, de 1940.

ESPANHA

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS — Dezembro de 1940.

ARGENTINA

CIENCIA Y TÉCNICA — Julho e Agôsto de 1940.

LA INGENIERIA — Outubro de 1940.

ITALIA

L'ELECTROTECNICA — N.º 21 e 22 de 1940.

RADIO TELEVIZIONE — Julho-Setembro de 1940.

ORGANIZZAZIONE SCENTIFICA DEL LAVORO — Novembro de 1940.

L'INGEGNERE — N.os 10 e 11 de Dezembro de 1940.

SUÍÇA

SULZER — N.º 3, de 1940.

SUECIA

ASEA JORNAL — N.º 4-12-1940.

HUNGRIA

TECHNIKA — N.º 9-1940.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

DIRECTOR: CARLOS KRUS ABECASIS

ADMINISTRADOR: NUNO ABRANTES

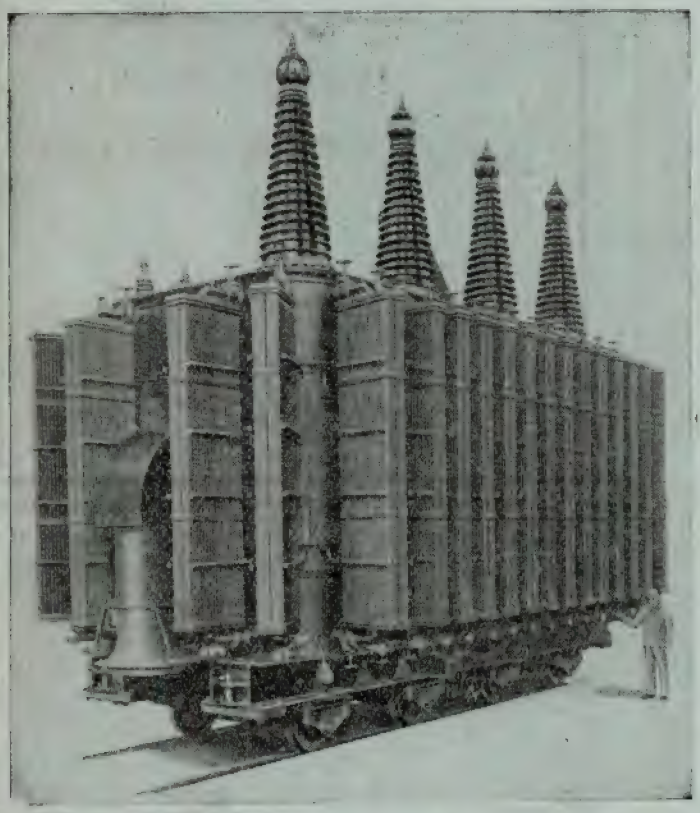
BIBLIOTECÁRIO: LUIZ DE ALMEIDA ALVES

CORPO REDACTORIAL: VASCO MENDES DE SOUSA, JOSÉ FARIA DA FONSECA SANTOS, MILITÃO ROSA PEREIRA, SILVÉRIO DA SILVA.

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Transformador trifásico Alsthom 40.000 kVA, 228.700 8.800 volts

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas. Tracção eléctrica. Máquinas para soldadura eléctrica. Automotoras Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Máquinas frigoríficas. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc.

THOMSON
GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, L.da

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CADAN

Rua D. Estefania, 42

Telefone 47812 — Lisboa

FILIAL NO PÔRTO:

PRAÇA DA BATALHA, 90, 2.º

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

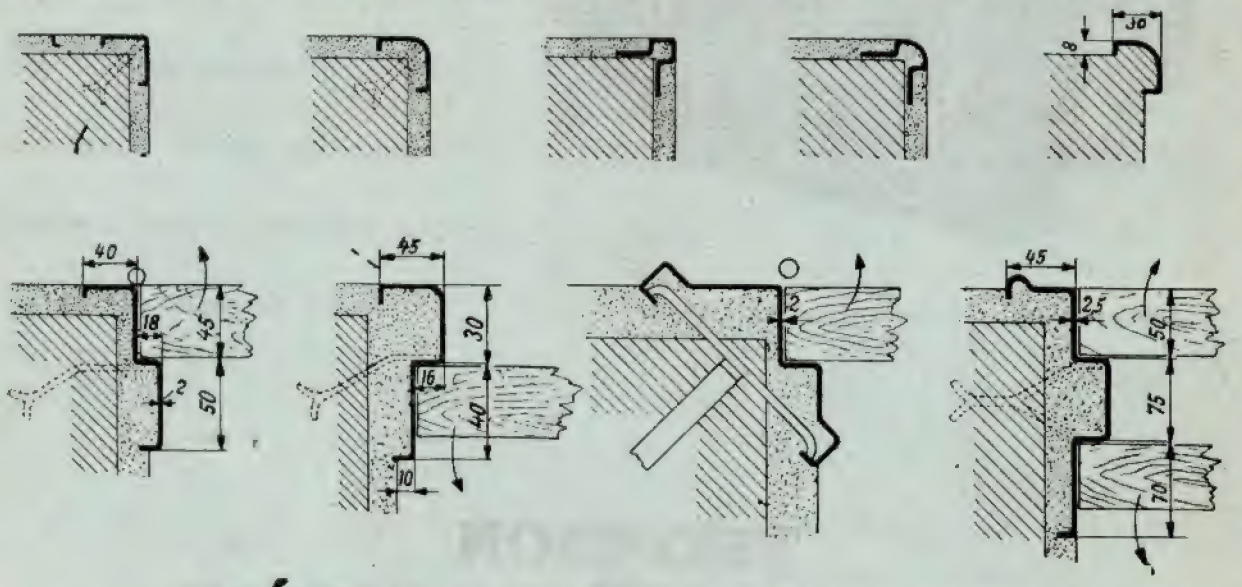
ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

ALGUNS EXEMPLOS DOS PERFIS QUE SE PODEM REALIZAR



LISBOA **FÁBRICA PORTUGAL**

FABRICAÇÃO DE PERFIS DE CHAPA PARA TODOS OS GENEROS DE TRABALHOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

UMA REVOLUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

SACOR

Sociedade Anónima Concessionária de Refinação de Petróleos em Portugal

(S. A. R. L.)

CAPITAL:

15.000.000 DE ESCUDOS

REFINARIA EM LISBOA

(CASAL DAS ROLAS / CABO RUIVO)

SEDE:

LISBOA — Rua do Alecrim, 57

Telegramas SACOR-LISBOA

Telefones 2 8035 e 2 8039

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

EMPRÊSA DE SONDAGENS E FUNDAÇÕES, L.DA

COM

Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte

(um quarto de século de especialização técnica)

Sondagens geológicas

—

Poços artezianos

—

Rebaixamentos do nível freático

—

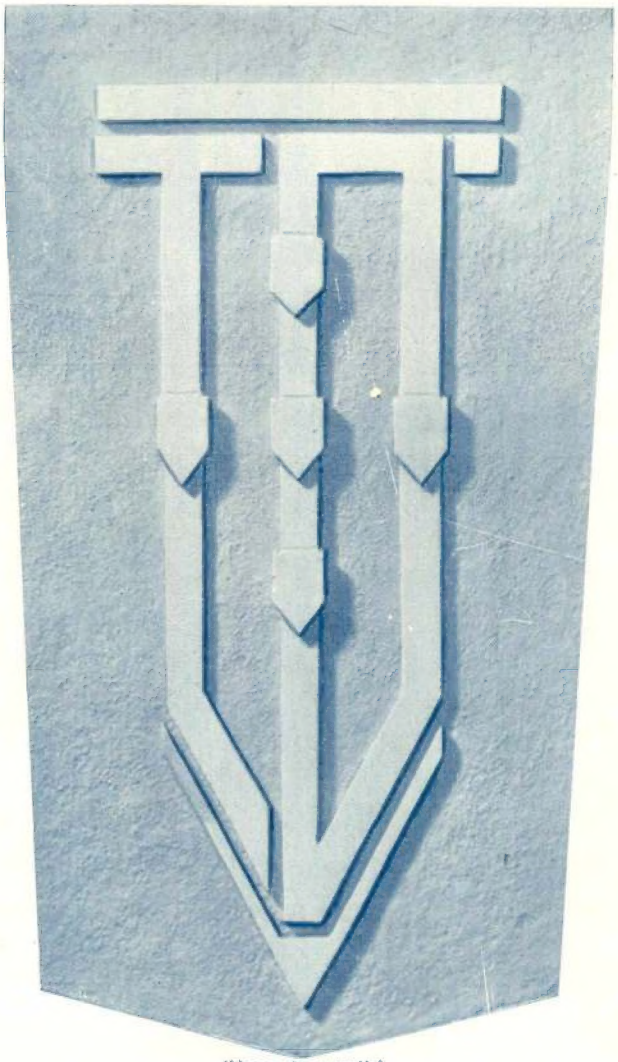
Consolidações do solo

—

Impermeabilização de rochas

—

Captações de água subterrânea



(Marca de garantia)

Fundações de todos os géneros

—

Alicerces económicos

—

Estacas de todos os tipos

—

Consolidação de más fundações

—

Obras hidráulicas

—

Obras subterrâneas

LISBOA — RUA AUGUSTA, 280, 3.° E 4.°

TELEFONE 2 3962

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

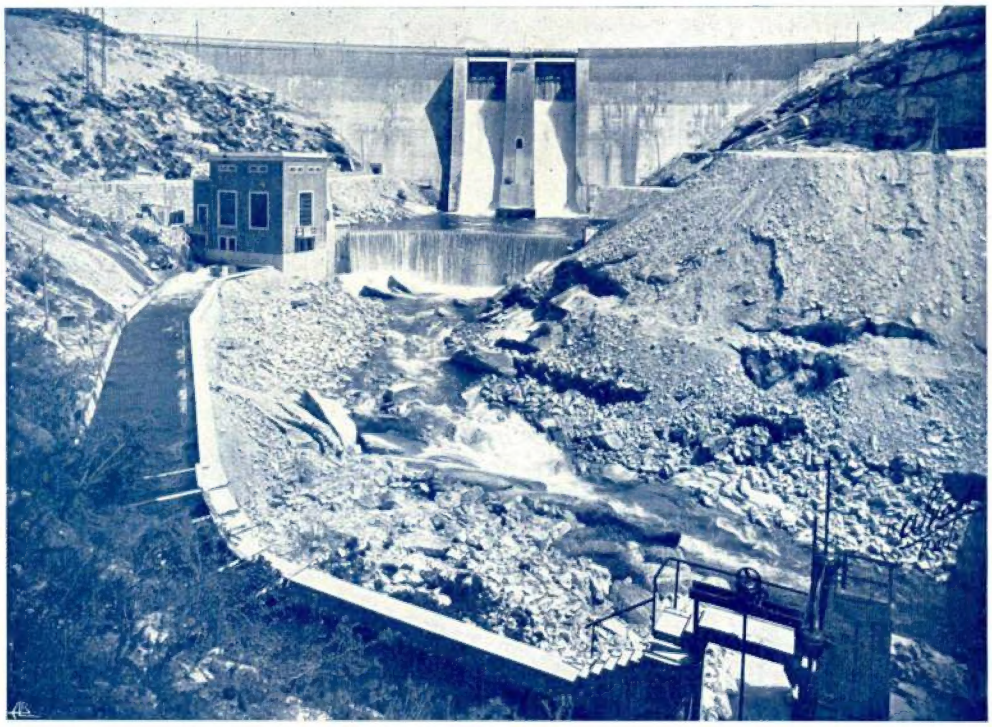
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Rua de Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diessel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.



Barragem do Ermal, da Companhia Electro-Hidráulica de Portugal, com 20 milhões de metros cúbicos de capacidade da albufeira. Na parte central, duas comportas automáticas, da casa construtora «Ateliers des Charmilles», de 9 × 5 metros, para a evacuação das cheias. Em baixo, a central automática de Guilhofrei (I) com uma turbina vertical tipo Kaplan (Ateliers des Charmilles) de 2750 cavalos e o canal de condução da água à central do Ermal (central II) com uma turbina vertical tipo Francis de 6250 cavalos (Ateliers des Charmilles) e duas horizontais (Escher-Wyss) de 500 e 1500 cavalos. Tôda a parte eléctrica (alternadores, transformadores, aparelhos de 2000 e 30000 Volts) da casa BROWN, BOVERI & Cie.